

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-266357

(43)Date of publication of application : 24.09.2003

(51)Int.Cl.

B25J 15/08

A63H 3/36

A63H 11/18

B25J 5/00

(21)Application number : 2002-074061

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 18.03.2002

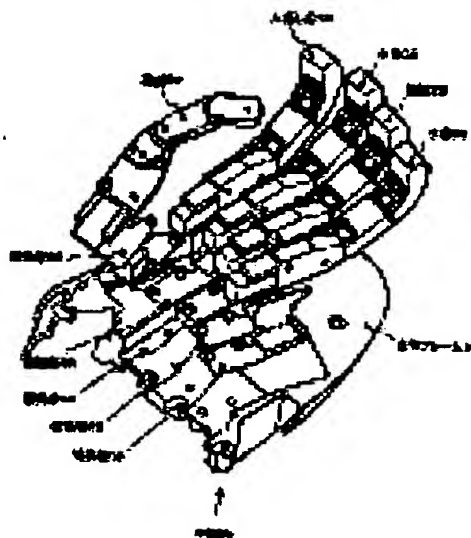
(72)Inventor : YAMAGISHI KEN
MUTO SATOSHI

(54) LEG TYPE ROBOT AND PALM STRUCTURE OF ITS HAND

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve durability performance against external force such as bending, twist, and shock load in a finger part having an articulated curved structure mounted on the palm of the hand of a robot device.

SOLUTION: A hand part is constituted by attaching five articulated curved mechanisms constituting the thumb, the forefinger, the middle finger, the third finger, and the little finger, respectively, to a support frame constituting the back of its hand through a buffer part like a plate spring. When external force such as bending, twist, and shock load is applied to a finger, the plate spring is deformed to absorb the external force. That is, since the articulated curved mechanism does not receive external force directly due to the rigidity of the support frame, durability performance as the finger is improved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-266357
(P2003-266357A)

(43) 公開日 平成15年9月24日 (2003.9.24)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	特許出願公開番号 (参考)
B 2 5 J 15/08		B 2 5 J 15/08	K 2 C 1 5 0
A 6 3 H 3/36		A 6 3 H 3/36	J 3 C 0 0 7
11/18		11/18	G
B 2 5 J 5/00		B 2 5 J 5/00	A
			F
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 14 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-74061(P2002-74061)

(22) 出願日 平成14年3月18日 (2002.3.18)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 山岸 建

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 武藤 智

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100093241

弁理士 宮田 正昭 (外2名)

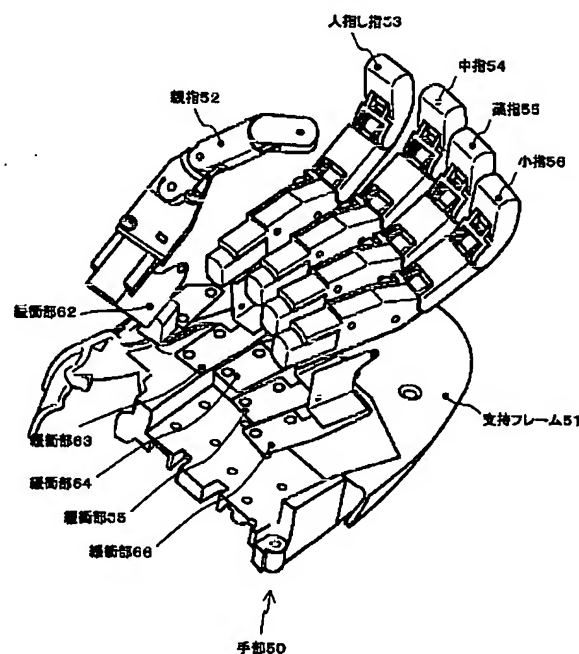
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脚式ロボット並びに手の平構造

(57) 【要約】

【課題】 手の平に搭載された多関節湾曲構造の指部における曲げや捻じり、衝撃加重のような外力に対する耐久性能を向上する。

【解決手段】 手部は、手の甲を構成する支持フレームに、親指、人差し指、中指、薬指、並びに小指をそれぞれ構成する5本の多関節湾曲機構が、板ばね状の緩衝部を介して取り付け構成される。指に曲げや捻じり、衝撃荷重のような外力が印加された場合、板ばねが変形することにより外力が吸収される。すなわち、多関節湾曲機構は、支持フレームの剛性により外力を直接被ることがなくなるので、指としての耐久性能が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】指先動作を行なう脚式ロボットであって、1以上の腕部と、前記腕部の略先端に配設された手の平と、緩衝部を介して前記手の平に取り付けられた1以上の指と、を具備することを特徴とする脚式ロボット。

【請求項2】前記の各指は、入力側のギアと出力側のギアを含む複数のギアを歯合させて回転可能に支持するリンクどうしを連結させてなる多関節湾曲機構からなる、ことを特徴とする請求項1に記載の脚式ロボット。

【請求項3】前記多関節湾曲機構の各リンクは奇数個のギアを歯合させて回転可能に支持し、入力端のギアに印加された回転方向と同じ回転方向で出力端のギアが回転するように構成されている、ことを特徴とする請求項2に記載の脚式ロボット。

【請求項4】前記多関節湾曲機構は最も根元のリンクにおける入力側のギアに対して回転力を付与する駆動部をさらに備え、ことを特徴とする請求項2に記載の脚式ロボット。

【請求項5】前記駆動部は、最も根元のリンクにおける入力側のギアから所定値以上の回転反力が印加されると回転軸を解放して該入力側のギアの回転を自由にするクラッチ機構を備える、ことを特徴とする請求項4に記載の脚式ロボット。

【請求項6】指先動作を行なうロボットの手の平構造であって、支持フレームと、緩衝部を介して前記手の平に取り付けられた1以上の指と、を具備することを特徴とするロボットの手の平構造。

【請求項7】前記の各指は、入力側のギアと出力側のギアを含む複数のギアを歯合させて回転可能に支持するリンクどうしを連結させてなる多関節湾曲機構からなる、ことを特徴とする請求項6に記載のロボットの手の平構造。

【請求項8】前記多関節湾曲機構の各リンクは奇数個のギアを歯合させて回転可能に支持し、入力端のギアに印加された回転方向と同じ回転方向で出力端のギアが回転するように構成されている、ことを特徴とする請求項7に記載のロボットの手の平構造。

【請求項9】前記多関節湾曲機構は最も根元のリンクにおける入力側のギアに対して回転力を付与する駆動部をさらに備え、ことを特徴とする請求項7に記載のロボットの手の平構造。

【請求項10】前記駆動部は、最も根元のリンクにおける入力側のギアから所定値以上の回転反力が印加されると回転軸を解放して該入力側のギアの回転を自由にするクラッチ機構を備える、ことを特徴とする請求項9に記載のロボットの手の平構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多数の関節自由度を持つ脚式移動ロボットに係り、特に、手の平に多関節で湾曲可能な指が装備されて指先動作を行なう脚式移動ロボット並びにロボットの手の平構造に関する。

【0002】

【従来の技術】電氣的若しくは磁氣的な作用を用いて人間の動作に似せた運動を行う機械装置のことを「ロボット」という。ロボットの語源は、スラブ語の「ROBOTA(奴隷機械)」に由来するとされている。わが国では、ロボットが普及し始めたのは1960年代末からであるが、その多くは、工場における生産作業の自動化・無人化などを目的としたマニピュレータや搬送ロボットなどの産業用ロボット(industrial robot)であった。

【0003】最近では、イヌやネコ、クマのように4足歩行の動物の身体メカニズムやその動作を模したペット型ロボット、あるいは、ヒトやサルなどの2足直立歩行を行う動物の身体メカニズムや動作を模した「人間形」若しくは「人間型」のロボット(humanoid robot)など、脚式移動ロボットの構造やその安定歩行制御に関する研究開発が進展し、実用化への期待も高まってきている。これら脚式移動ロボットは、クローラ式ロボットに比し不安定で姿勢制御や歩行制御が難しくなるが、階段の昇降や障害物の乗り越えなど、柔軟な歩行・走行動作を実現できるという点で優れている。

【0004】脚式移動ロボットの用途の1つとして、産業活動・生産活動等における各種の難作業の代行が挙げられる。例えば、原子力発電プラントや火力発電プラント、石油化学プラントにおけるメンテナンス作業、製造工場における部品の搬送・組立作業、高層ビルにおける清掃、火災現場その他における救助といったような危険作業・難作業の代行などである。

【0005】また、脚式移動ロボットの他の用途として、上述の作業支援というよりも、生活密着型、すなわち人間との「共生」あるいは「エンターテインメント」という用途が挙げられる。この種のロボットは、ヒトあるいはイヌ(ペット)、クマなどの比較的知性の高い脚式歩行動物の動作メカニズムや四肢を利用した豊かな感情表現を忠実に再現する。また、あらかじめ入力された動作パターンを単に忠実に実行するだけではなく、ユーザ(あるいは他のロボット)から受ける言葉や態度(「褒める」とか「叱る」、「叩く」など)に対して動的に対応した、生き生きとした応答表現を実現することも要求される。

【0006】従来の玩具機械は、ユーザ操作と応答動作との関係が固定的であり、玩具の動作をユーザの好みに合わせて変更することはできない。この結果、ユーザは同じ動作しか繰り返さない玩具をやがては飽きてしまうことになる。これに対し、インテリジェントなロボットは、対話や多彩な機体動作などからなる行動を自律的に

選択することから、より高度な知的レベルでリアリスティックなコミュニケーションを実現することが可能となる。この結果、ユーザはロボットに対して深い愛着や親しみを感じる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】脚式移動ロボットは、胴体部分の左右に均等な可動脚が取り付けられた構造を装備し、人間の住空間で最低限の作業を行うことができる。さらに、作業空間内での物体の把持や特定の対象物の操作、あるいは上半身を用いたジェスチャやダンスなど、より高度な機能や行動を行なう。このとき、上肢の先端の手部において指先動作を備えていれば、表現力がさらに増すであろう。勿論、コップやその他の物理オブジェクトを把持したりするためにも、指先動作は必要になる。

【0008】多関節湾曲機構は、一般に、可動軸毎にアクチュエータを配設することにより設計・製作される。このため、指のように細長く、且つ、各関節間を接続するリンクの間隔が極めて短い部位の場合には、関節機構が大型で複雑になってしまい、指らしくなくなってしまう。

【0009】そこで、本出願人に既に譲渡されている特願2001-189764号明細書には、ロボットの指などに適用することができる多関節湾曲機構について提案されている。同明細書に記載の多関節湾曲機構は、入力側のギアと出力側のギアを含む複数のギアを歯合させて回転可能に支持するリンクどうしを連結させて構成される。各リンクは奇数個のギアを歯合させて回転可能に支持し、入力側のギアに印加された回転方向と同じ回転方向で出力側のギアが回転するように構成されている。隣接するリンクの間では、一方のリンクにおける出力側のギアと他方のリンクにおける入力側のギアとを共有しており、該共有されたギアの回転軸は多関節湾曲機構の関節自由度を構成する。

【0010】このような小型且つ軽量に製作することが可能な多関節湾曲機構を用いることにより、ヒューマノイドなどの脚式移動ロボットの手部に複数本（5本）の可動指を装備することができる。

【0011】しかしながら、この種の小型部品は曲げや捻じり、衝撃荷重のような外力に対する耐久性能に欠ける。特に指は手先に配置されることから、機体の転倒・落下時などにおいて外力が印加され易く、破損したり、あるいは部品の変形などにより作動しなくなってしまうと意味がない。

【0012】本発明は、上述したような技術的課題を鑑みたものであり、その主な目的は、手の平に多関節で湾曲可能な指が装備されている、優れた脚式移動ロボット並びにロボットの手の平構造を提供することにある。

【0013】本発明のさらなる目的は、手の平に搭載された多関節湾曲構造の指部における曲げや捻じり、衝撃

荷重のような外力に対する耐久性能を向上することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明は、上記課題を参酌してなされたものであり、指先動作を行なう脚式ロボットであって、1以上の腕部と、前記腕部の略先端に配設された手の平と、緩衝部を介して前記手の平に取り付けられた1以上の指と、を具備することを特徴とする脚式ロボットである。

【0015】本発明によれば、手部は、手の甲を構成する支持フレームに、親指、人差し指、中指、薬指、並びに小指が、例えば板ばね状の緩衝部を介して取り付け構成される。指に曲げや捻じり、衝撃荷重のような外力が印加された場合、板ばねが変形することにより外力が吸収される。すなわち、多関節湾曲機構は、支持フレームの剛性により外力を直接受容することがなくなるので、指としての耐久性能が向上する。

【0016】ここで、前記の各指は、入力側のギアと出力側のギアを含む複数のギアを歯合させて回転可能に支持するリンクどうしを連結させてなる多関節湾曲機構で構成されている。

【0017】前記多関節湾曲機構の各リンクは奇数個のギアを歯合させて回転可能に支持し、入力側のギアに印加された回転方向と同じ回転方向で出力側のギアが回転するように構成されている。したがって、各リンク間の関節が一定方向に湾曲するように作動するので、手の平の内側に湾曲していくという指の自然な動作を実現することができる。

【0018】前記多関節湾曲機構は最も根元のリンクにおける入力側のギアに対して回転力を付与する駆動部をさらに備えていてもよい。前記駆動部は、最も根元のリンクにおける入力側のギアから所定値以上の回転反力が印加されると回転軸を解放して該入力側のギアの回転を自由にするクラッチ機構を備えることにより、多関節湾曲機構に異常な反力が印加されても、ギアが解放されることにより、指の破壊を防止することができる。

【0019】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施形態や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳解する。

【0021】A. 脚式移動ロボットの機械的構成

図1及び図2には本発明の実施に供される「人間形」又は「人間型」の脚式移動ロボット100が直立している様子を前方及び後方の各々から眺望した様子を示している。図示の通り、脚式移動ロボット100は、胴体部と、頭部と、左右の上肢部と、脚式移動を行う左右2足の下肢部とで構成され、例えば胴体に内蔵されている制御部（図示しない）により機体の動作を統括的にコント

ロールするようになっている。

【0022】左右各々の下肢は、大腿部と、膝関節と、脛部と、足首と、足平とで構成され、股関節によって体幹部の略最下端にて連結されている。また、左右各々の上肢は、上腕と、肘関節と、前腕とで構成され、肩関節によって体幹部の上方の左右各側縁にて連結されている。また、頭部は、首関節によって体幹部の略最上端中央に連結されている。

【0023】制御部は、この脚式移動ロボット100を構成する各関節アクチュエータの駆動制御や各センサ（後述）などからの外部入力処理するコントローラ（主制御部）や、電源回路その他の周辺機器類を搭載した筐体である。制御部は、その他、遠隔操作の通信インターフェースや通信装置を含んでいてもよい。

【0024】このように構成された脚式移動ロボット100は、制御部による全身協調的な動作制御により、2足歩行を実現することができる。かかる2足歩行は、一般に、以下に示す各動作期間に分割される歩行周期を繰り返すことによって行われる。すなわち、

【0025】（1）右脚を持ち上げた、左脚による単脚支持期

（2）右足が接地した両脚支持期

（3）左脚を持ち上げた、右脚による単脚支持期

（4）左足が接地した両脚支持期

【0026】脚式移動ロボット100における歩行制御は、あらかじめ下肢の目標軌道を計画し、上記の各期間において計画軌道の修正を行うことによって実現される。すなわち、両脚支持期では、下肢軌道の修正を停止して、計画軌道に対する総修正量を用いて腰の高さを一定値で修正する。また、単脚支持期では、修正を受けた脚の足首と腰との相対位置関係を計画軌道に復帰させるように修正軌道を生成する。

【0027】歩行動作の軌道修正を始めとして、機体の姿勢安定制御には、一般に、ZMPに対する偏差を小さくするための位置、速度、及び加速度が連続となるように、5次多項式を用いた補間計算により行う。ZMP（Zero Moment Point）を歩行の安定度判別の規範として用いている。ZMPによる安定度判別規範は、歩行系から路面には重力と慣性力、並びにこれらのモーメントが路面から歩行系への反作用としての床反力並びに床反力モーメントとバランスするという「グランベールの原理」に基づく。力学的推論の帰結として、足底接地点と路面の形成する支持多角形（すなわちZMP安定領域）の辺上あるいはその内側にピッチ軸及びロール軸モーメントがゼロとなる点、すなわち「ZMP（Zero Moment Point）」が存在する。

【0028】図3には、この脚式移動ロボット100が具備する関節自由度構成を模式的に示している。同図に示すように、脚式移動ロボット100は、2本の腕部と頭部1を含む上肢と、移動動作を実現する2本の脚部か

らなる下肢と、上肢と下肢とを連結する体幹部とで構成された、複数の肢を備えた構造体である。

【0029】頭部を支持する首関節（Neck）は、首関節ヨー軸1と、第1及び第2の首関節ピッチ軸2A及び2Bと、首関節ロール軸3という3自由度を有している。

【0030】また、各腕部は、その自由度として、肩（Shoulder）における肩関節ピッチ軸4と、肩関節ロール軸5と、上腕ヨー軸6、肘（Elbow）における肘関節ピッチ軸7と、手首（Wrist）における手首関節ヨー軸8と、手部とで構成される。手部は、複数本の指を含む多関節・多自由度構造体であるが、その詳細については後に詳解する。

【0031】また、体幹部（Trunk）は、体幹ピッチ軸9と、体幹ロール軸10という2自由度を有する。

【0032】また、下肢を構成する各々の脚部は、股関節（Hip）における股関節ヨー軸11と、股関節ピッチ軸12と、股関節ロール軸13と、膝（Knee）における膝関節ピッチ軸14と、足首（Ankle）における足首関節ピッチ軸15と、足首関節ロール軸16と、足部とで構成される。

【0033】B. 指部の構造

ロボットが可動指を装備することにより、多彩な指先動作により表現力を増したり、コップやその他の物理オブジェクトを把持したりすることが可能となる。この項では、ロボットの指先として適用することができる多関節湾曲機構について説明する。

【0034】図4、図5、及び図6には、本発明の一実施形態に係る多関節湾曲機構が略直線状に伸展した様子をそれぞれ正面、側面、及び斜視した図を示している。同様に、図7、図8、及び図9には、この多関節湾曲機構が屈曲した様子をそれぞれ正面、側面、及び斜視した図を示している。

【0035】各図に示すように、この多関節湾曲機構は、直列的に連結される7個のリンク111～117と、この連結されたリンクの終端に連結された末端部118とで構成される。また、連結されたリンクの他端には、この多関節湾曲機構に対して湾曲並びに伸展するための駆動力を供給する駆動ユニット120が取り付けられている。

【0036】駆動ユニット120は、電磁気的作用によって回転運動を生じるモータ121と、このモータ121の回転軸に一体的に取り付けられたピニオン122と、ピニオン122と歯合して回転軸を直交方向に変換するウォームギア123と、ウォームギア123から得られる回転力を所定の減速比で減速しながら多関節湾曲機構まで伝達する4個のギア124～127とで構成される。

【0037】多関節湾曲機構を構成する各リンク111～117は、それぞれ3個若しくは奇数個のギアを回転

可能に収容している。隣接する各ギアどうしは歯合している。奇数個のギアで回転力を伝達することにより、入力側のギアと出力側のギアとで回転方向を一致させることができる。また、隣接する各リンク間では、一方の入力側のギアを他方の出力側のギアとして共有することによって、この共有されるギアの回転軸回りの自由度を持つ関節を構成している。

【0038】リンク111は、3個のギア131、132、及び133を回転可能に直列的に支持している。一端のギア131は、駆動ユニット120の出力ギア127と歯合することによって回転駆動力を入力する。ギア131の回転軸は、多関節湾曲機構の第0関節を構成する。そして、ギア131とは歯合するギア132を経て、ギア133に同じ回転方向の回転力が伝達される。

【0039】また、リンク112は、3個のギア133、134、及び135を回転可能に直列的に支持している。一端のギア133は、隣り合うリンク111と共有されており、ギア133の回転軸は多関節湾曲機構の第1関節を構成する。そして、ギア133に印加された回転力は、ギア133とは歯合するギア134を経て、ギア135に同じ回転方向の回転力が伝達される。

【0040】また、リンク113は、3個のギア135、136、及び137を回転可能に直列的に支持している。一端のギア135は、隣り合うリンク112と共有されており、ギア135の回転軸は多関節湾曲機構の第2関節を構成する。そして、ギア135に印加された回転力は、ギア135とは歯合するギア136を経て、ギア137に同じ回転方向の回転力が伝達される。

【0041】また、リンク114は、3個のギア137、138、及び139を回転可能に直列的に支持している。一端のギア137は、隣り合うリンク113と共有されており、ギア137の回転軸は多関節湾曲機構の第3関節を構成する。そして、ギア137に印加された回転力は、ギア137とは歯合するギア138を経て、ギア139に同じ回転方向の回転力が伝達される。

【0042】また、リンク115は、3個のギア139、140、及び141を回転可能に直列的に支持している。一端のギア139は、隣り合うリンク114と共有されており、ギア139の回転軸は多関節湾曲機構の第4関節を構成する。そして、ギア139に印加された回転力は、ギア139とは歯合するギア140を経て、ギア141に同じ回転方向の回転力が伝達される。

【0043】また、リンク116は、3個のギア141、142、及び143を回転可能に直列的に支持している。一端のギア141は、隣り合うリンク115と共有されており、ギア141の回転軸は多関節湾曲機構の第5関節を構成する。そして、ギア141に印加された回転力は、ギア141とは歯合するギア142を経て、ギア143に同じ回転方向の回転力が伝達される。

【0044】また、リンク117は、3個のギア14

3、144、及び145を回転可能に直列的に支持している。一端のギア143は、隣り合うリンク116と共有されており、ギア143の回転軸は多関節湾曲機構の第6関節を構成する。そして、ギア143に印加された回転力は、ギア143とは歯合するギア144を経て、ギア145に同じ回転方向の回転力が伝達される。

【0045】リンク117の他端には、末端部118が取り付けられている。後述するように、末端部118の内壁には、終端のギア145と歯合する歯形118Aが形設されている。したがって、リンク117の出力側のギア145をこの末端部118の歯形118Aと噛み合わせて終端処理することによって、15個の各ギア131～145に印加された回転力は、各ギア131～145をそれぞれの回転軸131A～145A回りに空回りさせずに、各リンク111～117に対して回転力を付与することができる。

【0046】なお、駆動ユニット120における出力端のギア127には、所定値以上の回転反力が印加されると回転軸が解放されるクラッチ機構が内蔵されている。したがって、多関節湾曲機構に異常な反力が印加されても、ギア127が解放されることにより、モータ121まで反力が伝達されず、機器の破壊を防止することができる。この場合、多関節湾曲機構は、ギア131の回転軸で定義される第1関節が解放された恰好となる。

【0047】図10には、リンク111の6面図、断面図、並びに斜視図を示している。また、図11には、リンク111の部品分解図を示している。また、図12には、リンク111の組立図を示している。他のリンク112～117については図示しないが、リンク111と略同一構造であると理解されたい。

【0048】図10、図11、及び図12に示すように、リンク111は、略平行に上板111Aと下板111Bとが、ギア131～133を収容するに充分な間隙を保って、壁部111C及び壁部111Dによって支持されている。

【0049】上板111Aと下板111Bには、各ギア131～133の回転軸131A、132A、133Aを挿通させるための3個の開口111E、111F、111G並びに111E'、111F'、111G'がそれぞれ対向して穿設されている。

【0050】各ギア131～133は、上板111Aと下板111Bの間に直列的に配置され、且つ、それぞれの回転軸131A、132A、133Aを貫挿させることによって、隣接するギアどうしが歯合するような状態で、リンク111の上板111A及び下板111Bの間に形成された空間内に収容されている。

【0051】入力側のギア131に付与された回転は、これに隣接するギア132に反対方向の回転として伝達される。さらに、ギア132に隣接する出力側のギア133には、その反対方向すなわち元の回転方向と同じ向

きの回転として伝達され、これが後続のリンク112側に出力される。1つのリンク111内に収容されるギアの個数は3個には限定されないが、奇数個であれば、入力側と同じ回転方向で出力することができる。

【0052】上板111Aと下板111Bには、略中央に上板111A及び下板111Bそれぞれの肉厚程度の厚みを持つ段差部111A'並びに111B'が形設されており、リンク111は、入力側半分に比し出力側の方の幅が狭くなるように構成されている。したがって、リンク111に隣接するリンク112の入力側の上板112Aと下板112Bの間に、リンク111の出力側の上板111Aと下板111Bを挿入することによって（図13並びに図14を参照のこと）、隣り合うリンク111及びリンク112を連結させることができる。

【0053】壁部111Cは、上板111A及び下板111Bのフットプリントから突出している。壁部111Cの左右の各端縁は、隣り合うリンクと連結させて、これら連結されたリンクを真直ぐに伸ばしたときには、他方のリンク側の壁部の端縁と当接して、それ以上関節が曲がらないようにするストッパとして機能することができる（後述）。

【0054】図13～図15には、リンク116を隣接するリンク117と連結させた様子を図解している。但し、図13には、リンク116及びリンク117が真直ぐに伸びた状態を示しており、また、図14には、リンク117がリンク116に対して回転している様子を示している。また、図15には、リンク117がリンク116に対してさらに回転している様子を示している。

【0055】図13～図15に示すように、リンク116の出力側の開口116G、116G'とリンク112の入力側の開口117E、117E'が一致するようにして、隣接するリンク111とリンク112が連結される。このような状態では、リンク116の出力側のギア143並びにその回転軸143Aを、リンク115の入力側のギア及び回転軸として共有することができる。このとき、回転軸143Aは、多関節湾曲機構の第6関節を構成する。

【0056】図13～図15に示すような隣接するリンクどうしの組み立て方法は、他の隣接するリンク111及び111間、リンク112及び113間、リンク113及び114間、リンク114及び115間、並びにリンク115及び116間においても、同様に当てはまる。

【0057】図13に示すように、隣り合うリンク116及びリンク117が長手方向に真直ぐ伸びている状態で、リンク116の入力側のギア141に、時計回りの回転を付与する。すると、その隣のギア142には反時計回りの回転として伝達され、さらに、出力側のギア143にはさらに反対方向すなわち時計回りの回転として伝達される。ギア143は、リンク117の入力側のギ

Aとして共有され、また、その回転軸143Aは多関節湾曲機構の第6関節を構成する。したがって、ギア141の時計回りの回転により、第6関節には紙面上で時計回りの回転力が印加され、これに追従して、図14に示すようにリンク117は、回転軸143Aを中心として時計回りに回転する。

【0058】また、このような回転は、そもそも第1関節、第2関節、第3関節…から同様に順次伝達されてきて、多関節湾曲機構全体としては、図7～図9に示すような湾曲した状態に変化することになる。また、図15に示すようにギア141をさらに時計回りに回転させることにより、リンク117は、回転軸143Aを中心として時計方向への回転をさらに続ける。

【0059】また、図13に示すように、隣り合うリンク116及びリンク117が長手方向に真直ぐ伸びている状態では、リンク116側の壁部116Cの右端縁は、リンク117側の壁部117Cの左端縁と当接しており、第6関節における可動角を規制している。このため、リンク117が第1関節すなわち回転軸143A回りにこれ以上は反時計方向に回転して、多関節湾曲機構が真直ぐよりも反時計回りに湾曲していくことを防止することができる。

【0060】同じ構成の7個のリンク111～117を同様に連結していくことにより、細長状の湾曲構造の多関節湾曲機構を形成することができる。そして、既に述べたように、この多関節湾曲機構の先端には、末端部118が取り付けられている。

【0061】図16には、末端部118の6面図、断面図、並びに斜視図を示している。図15中の断面図に示すように、末端部118の内壁には、終端のギア145と歯合する歯形118Aが形設されている。

【0062】リンク117の出力側のギア145をこの末端部118の歯形118Aと噛み合わせることで、ギア145を終端処理することができる。前述した図13～図15には、末端部118をリンク117の先端に取り付けて終端処理した様子を併せて示している。このようなギアの終端処理を施すことにより、15個の各ギア131～145に印加された回転力は、各ギア131～145をそれぞれの回転軸131A～145A回りに空回りさせずに、各リンク111～117に対して回転力を付与することができる。この結果、モータ121の回転力がピニオン122、ウォームギア123、並びに、ギア124～127を経て多関節湾曲機構に伝達されると、各ギア131～145が空転することなく、図7～図9に示すように多関節湾曲機構を正しく湾曲させることができる。

【0063】C. 手の平構造

B項で示したような多関節湾曲機構をロボットの指部に適用することにより、多彩な指先動作により表現力を増したり、コップやその他の物理オブジェクトを把持した

りすることが可能となる。

【0064】しかしながら、この種の小型部品は曲げや捻じり、衝撃荷重のような外力に対する耐久性能に欠ける。特に指は手先に配置されることから外力が印加され易く、簡単に破損したり、あるいは部品の変形などにより作動しなくなってしまう。

【0065】そこで、本実施形態では、指の関節可動部分に動きを制限しない相対関係で、緩衝部材を介して指部を手の平に取り付けることにより、指部における曲げや捻じり、衝撃荷重のような外力に対する耐久性能の向上を図っている。

【0066】図17には、上述した5本の多関節湾曲機構をそれぞれ親指、人差し指、中指、薬指、並びに小指として適用して、手の平を構成した例を示している。

【0067】同図に示すように、手部50は、手の甲を構成する支持フレーム（ブラケット）51に、親指、人差し指、中指、薬指、並びに小指をそれぞれ構成する5本の多関節湾曲機構52～56が、緩衝部62～66を介して取り付けられている。各緩衝部62～66は、板ばね状であり、例えばばね鋼（SUP）や、ばね用ステンレス鋼、ばね用りん青銅板、ばね用洋白板などで構成される。

【0068】但し、人差し指、中指、薬指、並びに小指は、フレーム51の手の平側を湾曲方向とし、また親指はその他の指側を湾曲方向とするように取り付けられている。また、親指、人差し指、中指、薬指、並びに小指それぞれの目的や機能、実際の人の手と比較考量して、各多関節湾曲機構52～56の、長さや太さの比率を決定することが好ましい。

【0069】各多関節湾曲機構52～56はそれぞれ、3個のリンクと1個の末端部とで構成され、3個の関節を備えている。第1関節までを構成する根元のリンクは、機能並びに手の平の構造上、残りのリンクよりも寸法が長いことが好ましい。このような場合、リンク内に収容するギアの個数を3個から5個に拡張することによって、同じ太さで長い寸法をとることができる。

【0070】図17に示すように、上述した多関節湾曲機構を用いて手部の指を構成した場合、各指毎に1つの駆動アクチュエータを配備すればよい。すなわち、指の各関節軸毎にアクチュエータを配設する必要がないので、通常の指のように細長く、且つ、各関節間を接続するリンクの間隔が極めて短い部位を、小型のままで設計製作することができる。

【0071】図18には、支持フレーム51に板ばね63を介して人差し指53を取り付ける様子を図解している。

【0072】板ばね63は、薄板を屈曲させた断面略し字形の弾性体であり、支持フレーム51に螺着される第1の取り付け面63Aと、多関節湾曲機構53に螺着される第2の取り付け面63Bからなる。

【0073】図19には、板ばね63を多関節湾曲機構53に取り付けた様子を示している。同図に示すように、板ばね63を第2の取り付け面で多関節湾曲機構53に螺着した場合、第1の取り付け面63Aと多関節湾曲機構53の対向面との間には間隙が形成される。この間隙は、第1の取り付け面63Aにとって、弾性変位により往復する空間となる。

【0074】したがって、この多関節湾曲機構53を支持フレーム51に取り付けた状態で、多関節湾曲機構53に対して曲げや捻じり、衝撃荷重のような外力が印加された場合、板ばね63の第1の取り付け面63Aが変形することにより外力が吸収される。すなわち、多関節湾曲機構53は、支持フレーム51の剛性により外力を直接受容することがなくなるので、指としての耐久性能が向上する。

【0075】また、多関節湾曲機構53には、所定値以上の回転反力が印加されると回転軸が解放されるクラッチ機構が内蔵されている（前述）。したがって、多関節湾曲機構に異常な反力が印加されても、ギアが解放されることにより、指駆動用モータまで反力が伝達されないため、多関節湾曲機構53の破壊を防止することができる。

【0076】〔追補〕以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。

【0077】本発明の要旨は、必ずしも「ロボット」と称される製品には限定されない。すなわち、電氣的若しくは磁氣的な作用を用いて人間の動作に似せた運動を行う機械装置であるならば、例えば玩具等のような他の産業分野に属する製品であっても、同様に本発明を適用することができる。

【0078】要するに、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、本明細書の記載内容を限定的に解釈するべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【0079】

【発明の効果】以上詳記したように、本発明によれば、手の平に多関節で湾曲可能な指が装備されている、優れた脚式移動ロボット並びにロボットの手の平構造を提供することができる。

【0080】また、本発明によれば、手の平に搭載された多関節湾曲構造の指部の小型部品は曲げや捻じり、衝撃荷重のような外力に対する耐久性能を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施に供される脚式移動ロボットが直立している様子を前方から眺望した様子を示した図である。

【図2】本発明の実施に供される脚式移動ロボットが直立している様子を後方から眺望した様子を示した図である。

【図3】脚式移動ロボットが具備する関節自由度構成を模式的に示した図である。

【図4】多関節湾曲機構が略直線状に伸展した様子を示した正面図である。

【図5】多関節湾曲機構が略直線状に伸展した様子を示した側面図である。

【図6】多関節湾曲機構が略直線状に伸展した様子を示した斜視図である。

【図7】多関節湾曲機構が屈曲した様子を示した正面図である。

【図8】多関節湾曲機構が屈曲した様子を示した側面図である。

【図9】多関節湾曲機構が屈曲した様子を示した斜視図である。

【図10】リンク111の6面図、断面図、並びに斜視図を示した図である。

【図11】リンク111の部品分解図である。

【図12】リンク111の組立図である。

【図13】リンク116を隣接するリンク117と連結させた様子を示した図である。

【図14】リンク116を隣接するリンク117と連結させた様子を示した図である。

【図15】リンク116を隣接するリンク117と連結させた様子を示した図である。

【図16】末端部118の6面図、断面図、並びに斜視図を示した図である。

【図17】5本の多関節湾曲機構をそれぞれ親指、人差し指、中指、薬指、並びに小指として適用して、手の平を構成した例を示した図である。

【図18】支持フレーム51に人差し指53を取り付け

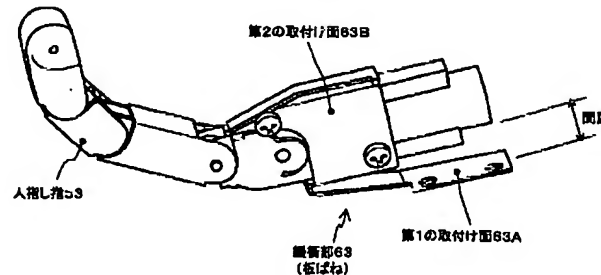
る様子を示した図である。

【図19】板ばね63を多関節湾曲機構53に取り付けた様子を示した図である。

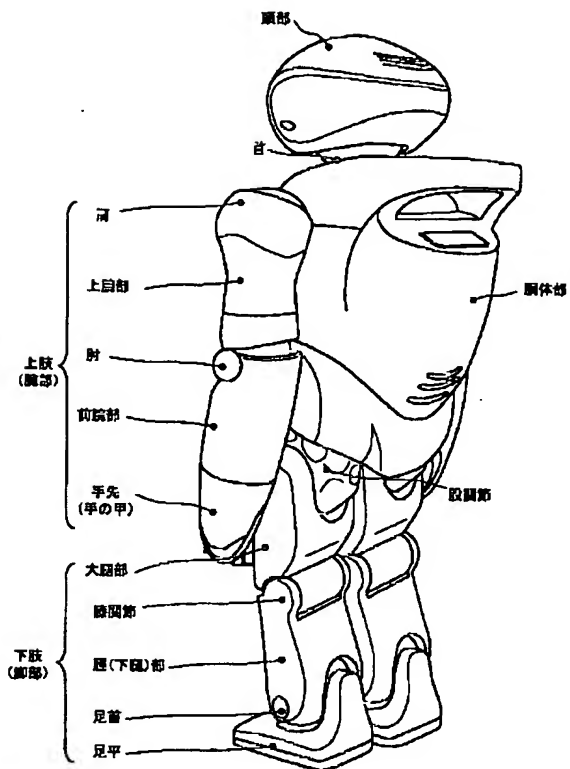
【符号の説明】

- 1…首関節ヨー軸
- 2A…第1の首関節ピッチ軸
- 2B…第2の首関節（頭）ピッチ軸
- 3…首関節ロール軸
- 4…肩関節ピッチ軸
- 5…肩関節ロール軸
- 6…上腕ヨー軸
- 7…肘関節ピッチ軸
- 8…手首関節ヨー軸
- 9…体幹ピッチ軸
- 10…体幹ロール軸
- 11…股関節ヨー軸
- 12…股関節ピッチ軸
- 13…股関節ロール軸
- 14…膝関節ピッチ軸
- 15…足首関節ピッチ軸
- 16…足首関節ロール軸
- 50…手の平
- 51…支持フレーム
- 51～56…指
- 62～66…緩衝部
- 111～117…リンク
- 118…末端部
- 120…駆動ユニット
- 121…モータ
- 122…ピニオン
- 123…ウォーム ギア
- 124～127…減速ギア
- 131～145…ギア

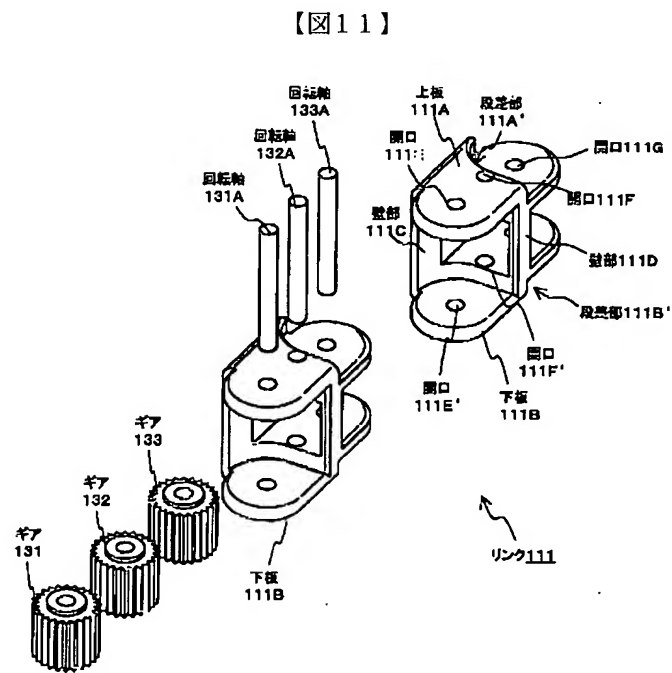
【図19】



【图2】



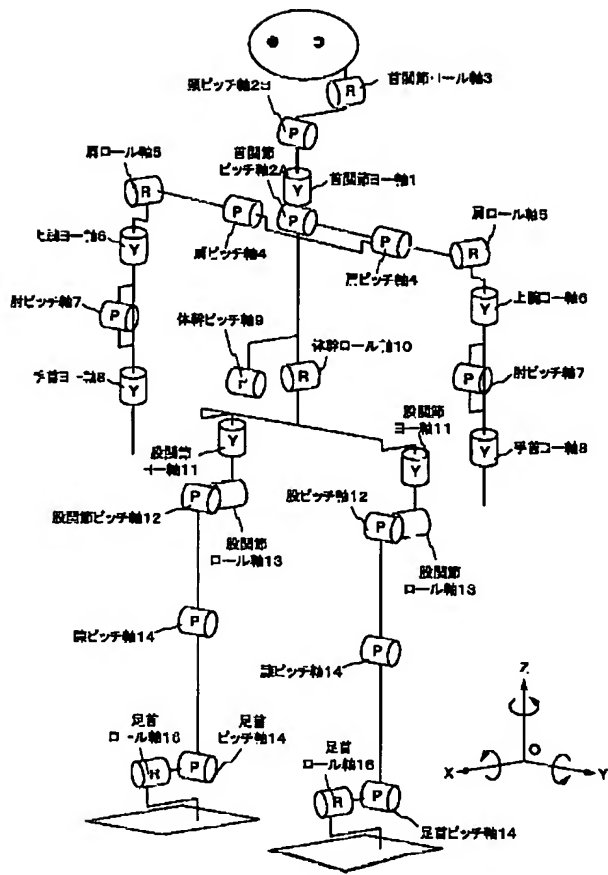
脚式移動ロボット100



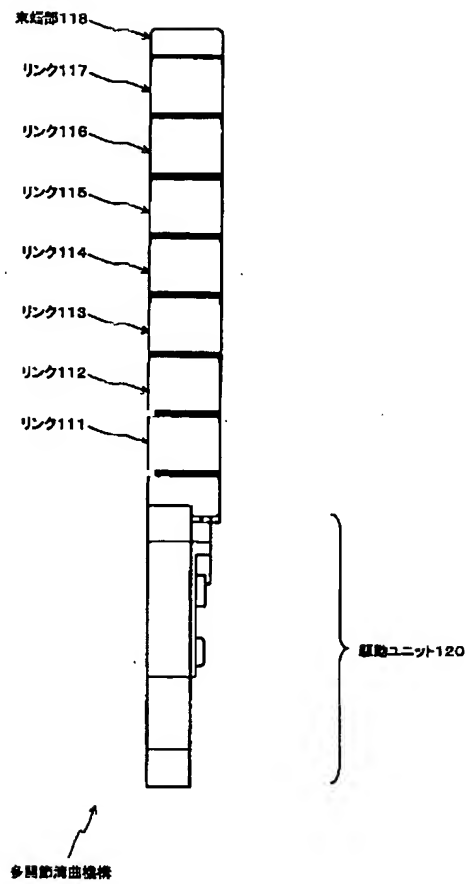
【図 1 1】

多段節巧曲標榜

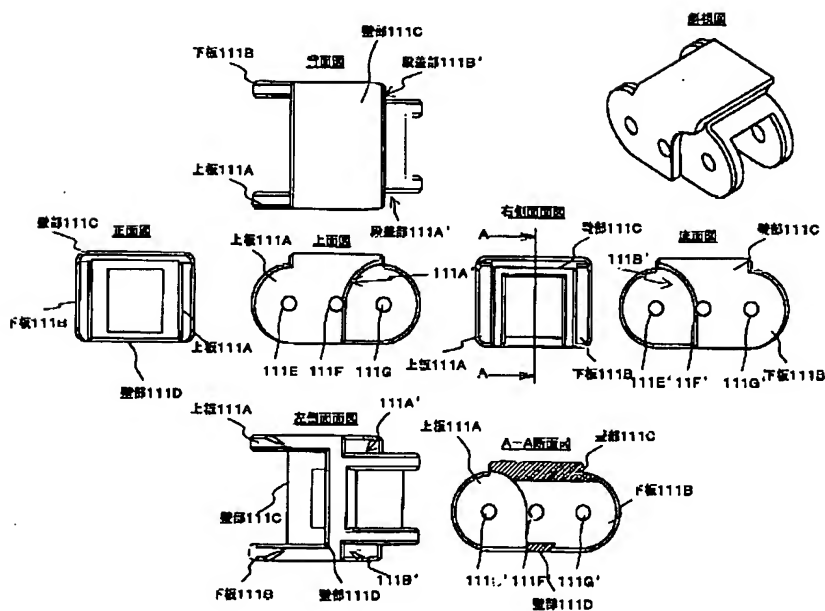
【図3】



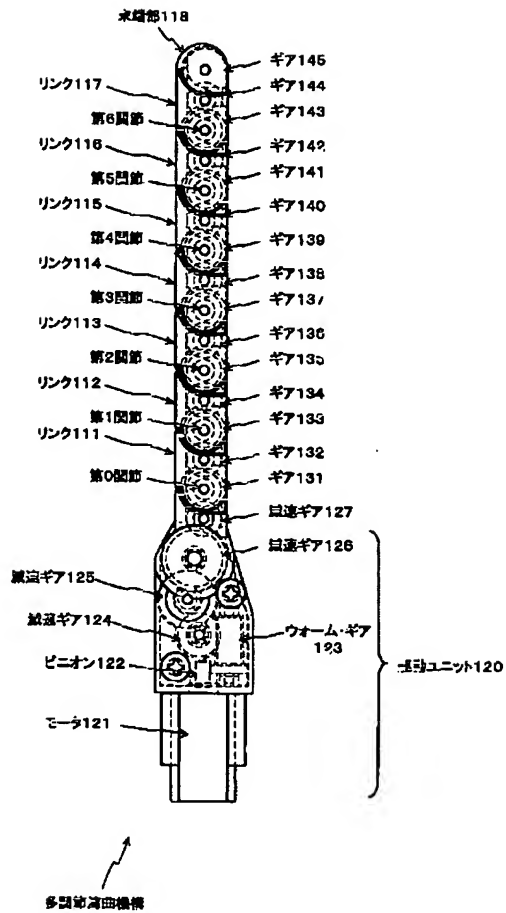
【図4】



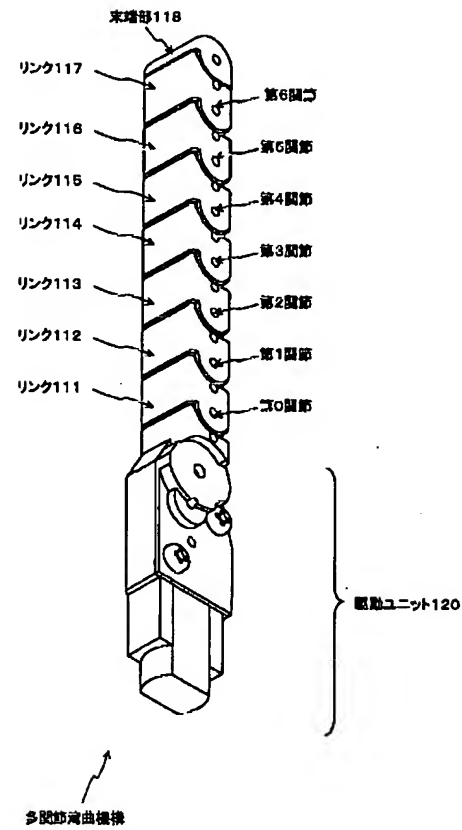
【図10】



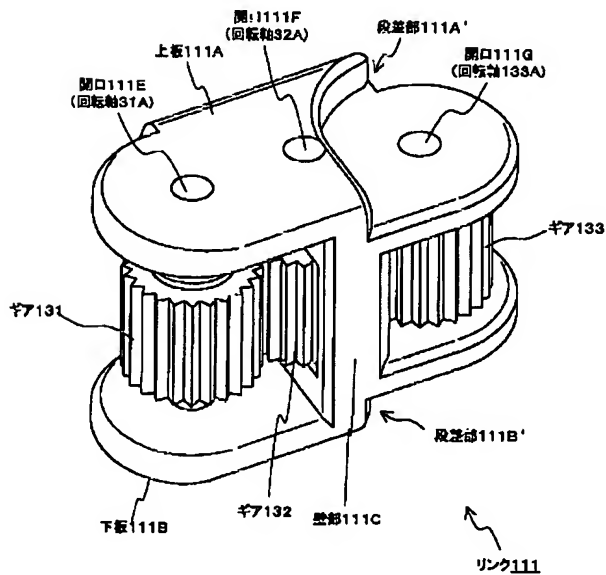
【図5】



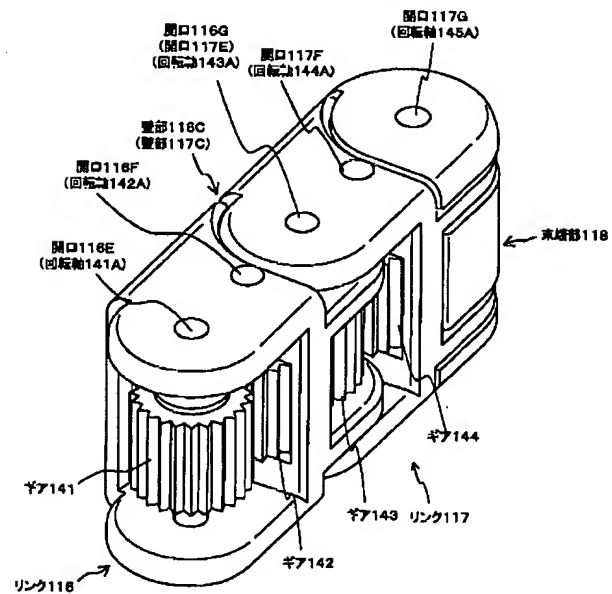
【図6】



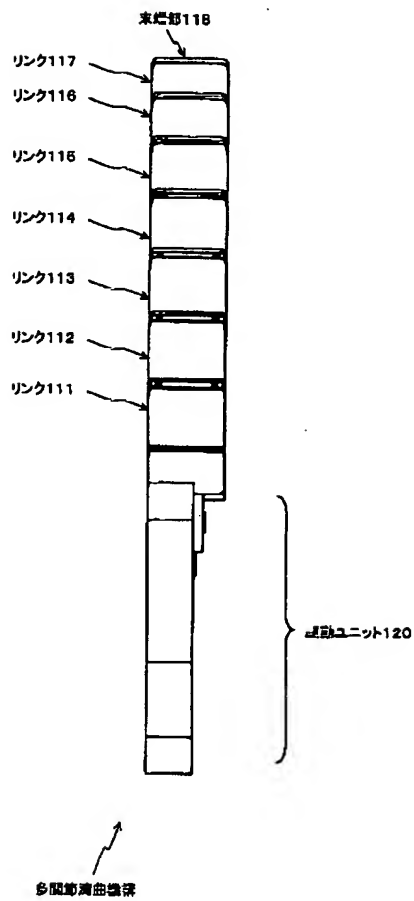
【図12】



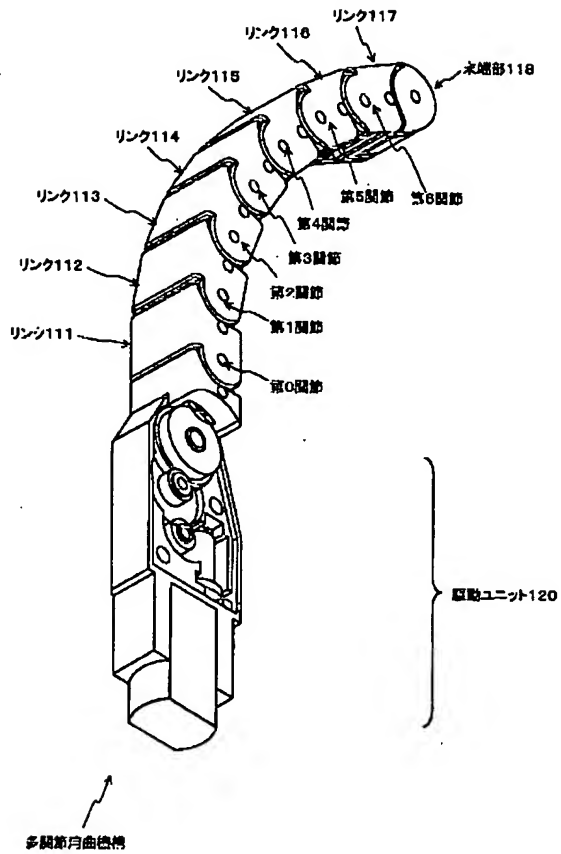
【図13】



【図7】

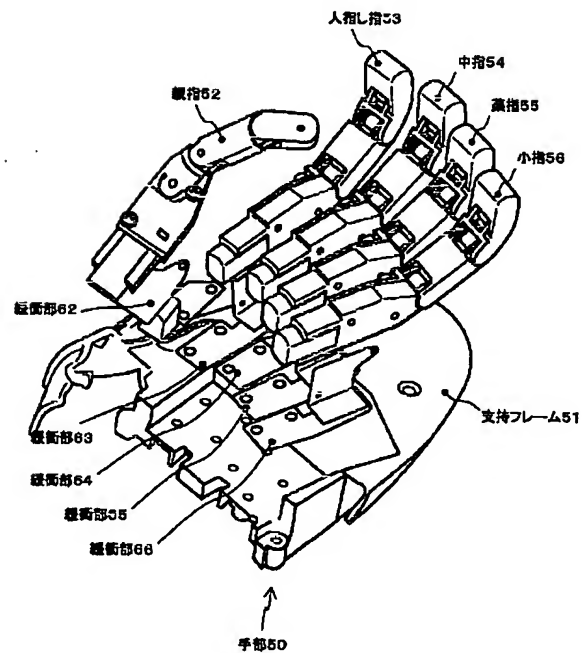
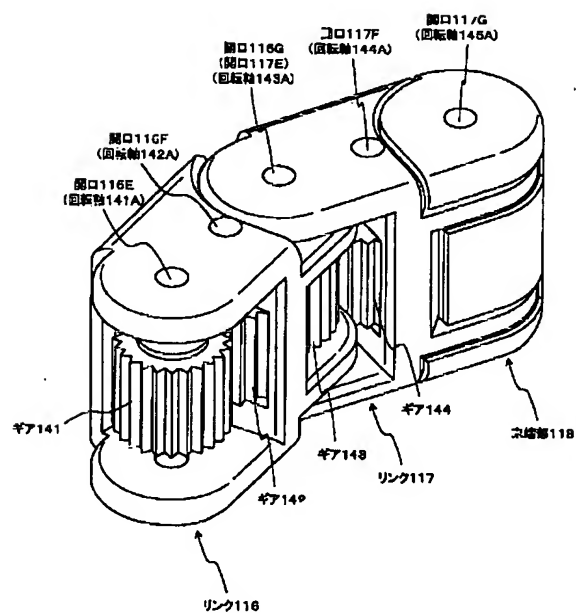


【図9】

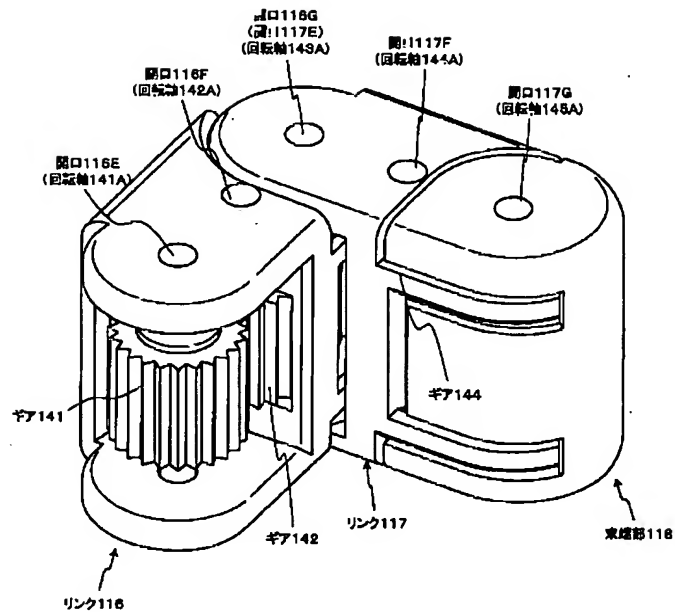


【図17】

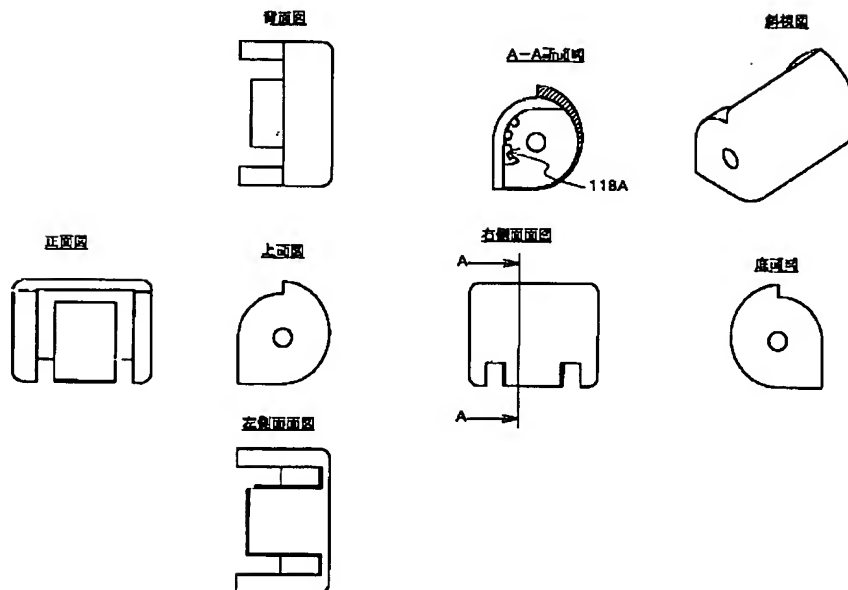
【図14】



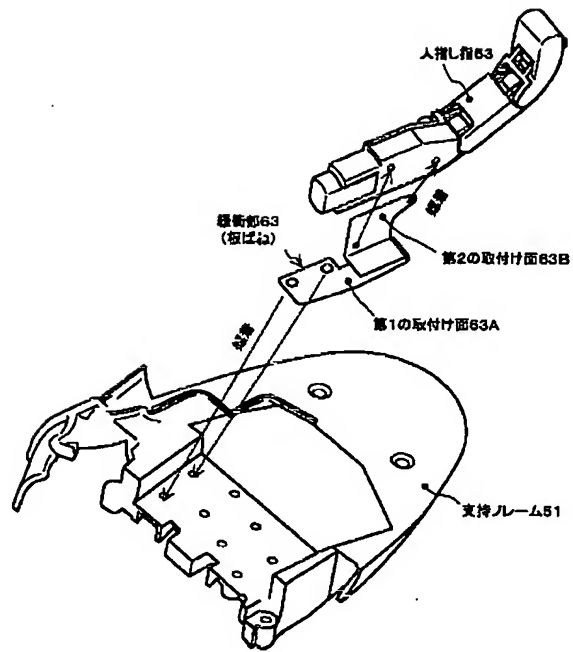
【図15】



【図16】



【図18】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2C150 BA08 CA01 CA04 DA04 DA24
DA26 DA27 DA28 EB01 EB37
EC03 EC15 EC16 EC18 EC19
EC25 EC29 ED10 ED42 ED52
EF07 EF16 EF17 EF22 EF23
EF29 EF33 EF36
3C007 AS27 AS32 AS36 CS08 DS02
ES06 ES09 EU02 EU18 EW20
HS27 HT36 WA03 WA13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-277175

(43)Date of publication of application : 09.10.2001

(51)Int.Cl.

B25J 15/08
A61F 2/56
A61F 2/70
B25J 13/00

(21)Application number : 2000-094087

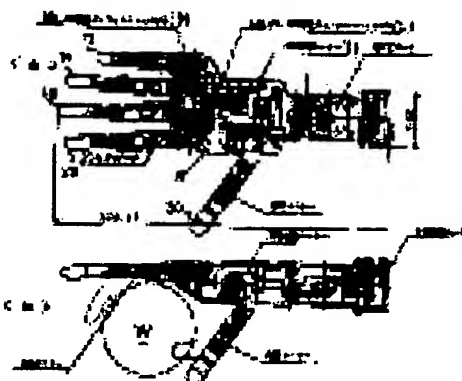
(71)Applicant : HIROSHIMA PREF GOV

(22)Date of filing : 30.03.2000

(72)Inventor : MATSUBA AKIRA
TAKEDA MIKIO
KOIKE AKIRA
SHIRAGA SADAJI**(54) MULTI-FINGERED MOVABLE ROBOT HAND AND ITS GRIPPING CONTROL METHOD****(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve controllability so that one driving source moves a plurality of fingers to an object to be gripped including a different diameter material and the robot hand performs a behavior similar to an gripping operation of a living body.

SOLUTION: This multi-fingered movable robot hand comprises two or more fingers (the little finger 12, the third finger 14, the middle finger 18, the forefinger 20) arranged in parallel having joints, the other finger (the thumb 30) disposed facing to these fingers, and flexible members (wires 11, 13, 17, 19, 21, 22) for being pulled to bend joints of two or more fingers. For contacting two or more fingers and one finger with the object W to be gripped including the different diameter material to allow the gripping operation, power generated from one driving source 1 is transmitted to two or more flexible members via one or more differential gears 4, 7, 8, and each flexible member is pulled. Thus, a gripping force is generated in two or more fingers.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 31.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.05.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-277175
(P2001-277175A)

(43) 公開日 平成13年10月9日 (2001.10.9)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 2 5 J 15/08		B 2 5 J 15/08	J 3 C 0 0 7
A 6 1 F 2/56		A 6 1 F 2/56	K 3 F 0 5 9
2/70		2/70	3 F 0 6 1
B 2 5 J 13/00		B 2 5 J 13/00	4 C 0 9 7
			Z
審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 5 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-94087(P2000-94087)

(22) 出願日 平成12年3月30日 (2000.3.30)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成11年10月14日
広島県立東部工業技術センター発行の「広島県立東部工業技術センター研究報告第12号」に発表

(71) 出願人 591079487

広島県

広島県広島市中区基町10番52号

(72) 発明者 松葉 朗

広島県福山市東深津町三丁目2番39号 広
島県立東部工業技術センター内

(72) 発明者 武田 幹雄

広島県福山市東深津町三丁目2番39号 広
島県立東部工業技術センター内

(74) 代理人 100074055

弁理士 三原 靖雄

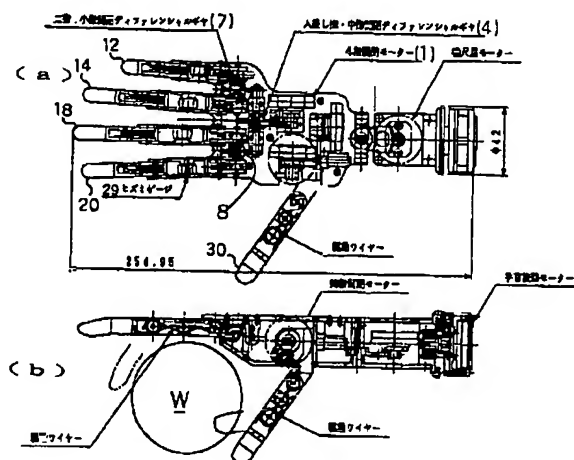
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多指可動ロボットハンド及びその把持制御方法

(57) 【要約】

【課題】異径物を含む把持対象物に対して、1個の駆動源により複数の指を動かす、かつ、生体の把持動作に近い挙動をするように制御性を改善する。

【解決手段】多指可動ロボットハンドが、関節を持ちほぼ平行に配置された2本以上の指〔小指12、環指14、中指18、示指20〕と、それらの指と対向するように配置された別の1本の指（拇指30）と、2本以上の指の関節を曲げるために牽引される可撓部材〔ワイヤ11、13、17、19、(21,22)〕で構成される。そして、2本以上の指と1本の指を異径物を含む把持対象物Wに接触させて把持動作可能とするために、1個の駆動源1から発生する動力を1個以上の差動歯車（4、7、8）を介して2本以上の可撓部材に伝達し、各々の可撓部材を牽引することにより、2本以上の指に把持力を発生させるようにしている。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 関節を持ちほぼ平行に配置された2本以上の指と、それらの指と対向するように配置された別の1本の指と、前記2本以上の指の関節を曲げるために牽引される可撓部材で構成された多指可動ロボットハンドにおいて、前記2本以上の指と前記1本の指を異怪物を含む把持対象物に接触させて把持動作可能とするために、1個の駆動源から発生する動力を1個以上の差動歯車を介して2本以上の可撓部材に伝達し、各々の可撓部材を牽引することにより、前記2本以上の指に把持力を発生させるようにしたことを特徴とする多指可動ロボットハンド。

【請求項2】 多指多関節の筋電制御義手に代表される多指可動ロボットハンドにおいて、リンク材を回動支持する自由回転プーリからなる関節を有してほぼ平行に配置された2本以上の指と、それらの指と対向するように配置された別の1本の指と、前記2本以上の指の関節を曲げるために牽引され前記自由回転プーリ間に中間プーリを介して榫掛けに繋設されたそれぞれの可撓部材から構成され、1個の駆動源から発生する動力を1個以上の差動歯車を介して前記2本以上の指の可撓部材にそれぞれ伝達し、各々の可撓部材を前記リンク材の屈曲側及び伸長側の双方向から牽引することにより、前記2本以上の指に把持力を発生させる指関節駆動機構と、前記2本以上の指と前記1本の指を異怪物を含む把持対象物に接触させて、可撓部材の張力を調整又は保持し、各指関節が把持対象物の外形状に倣って包み込むように把持動作を制御する異怪物把持機構を具備したことを特徴とする多指可動ロボットハンド。

【請求項3】 異怪物把持機構が、中間プーリに替わる張力差動式トルクセンサを用い、前記2本以上の指と前記1本の指を把持対象物に接触させて、張力差動式トルクセンサにより検出したひずみ量又は張力差をフィードバックして張力調整し、各指関節が把持対象物の外形状に倣って個別の変位をとり、該把持対象物を包み込むように把持動作可能にコンプライアンス制御するものである請求項2記載の多指可動ロボットハンド。

【請求項4】 多指多関節の筋電制御義手に代表される多指可動ロボットハンドの把持制御方法において、リンク材を回動支持する自由回転プーリからなる関節を有してほぼ平行に配置された2本以上の指と、それらの指と対向するように配置された別の1本の指と、前記2本以上の指の関節を曲げるために牽引され前記自由回転プーリ間に中間プーリを介して榫掛けに繋設されたそれぞれの可撓部材から構成され、異怪物を含む把持対象物に対して生体の把持動作に近い挙動をするようにした多指可動ロボットハンドの把持制御方法であって、1個の駆動源から発生する動力を1個以上の差動歯車を介して2本以上の可撓部材に伝達し、該可撓部材をリンク材の屈曲側及び伸長側の双方向からそれぞれ張力調整して牽引す

ることにより、前記2本以上の指に把持力を発生させるように指関節を駆動するとともに、前記2本以上の指と前記1本の指を把持対象物に接触させて、張力差動式トルクセンサにより検出したひずみ量又は張力差をフィードバックして張力調整し、各関節が把持対象物の外形状に倣って個別の変位をとり、該把持対象物を包み込むように把持動作をコンプライアンス制御することの特徴とする多指可動ロボットハンドの把持制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、異怪物を含む把持対象物に対して、1個の駆動源により複数の指を動かす、かつ、生体の把持動作に近い挙動をするように制御性を改善した多指可動ロボットハンド及びその把持制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、人工の手としてのロボットハンド若しくは義手を制御する機構は、数多く開発されてきている。一般に人間の片手を機構として見ると、約20自由度と言われているが、これを忠実に実現するためには、20個の駆動源が必要となるため、重量が重くなり大型化するため実用的ではない。そこで、通常、ロボットハンド若しくは義手の自由度は1乃至3程度に簡略化されている。そして、通常、人間が手を握ったり開いたりする動作を1自由度としている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】1自由度のロボットハンド若しくは義手では、1個の駆動源のみで握り及び開きを行うため、通常、指関節を動かすことはできず、5本指を独立させて動かすこともできない。そのため、人間らしい動きができないばかりか、物体を確実に把持できないという問題があった。

【0004】本発明はこのような事情に鑑みなされたものであって、異怪物を含む把持対象物に対して、1個の駆動源により複数の指を動かす、かつ、生体の把持動作に近い挙動をするように制御性を改善した多指可動ロボットハンド及びその把持制御方法を提供するものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】課題を解決するために本発明は、関節を持ちほぼ平行に配置された2本以上の指と、それらの指と対向するように配置された別の1本の指と、前記2本以上の指の関節を曲げるために牽引される可撓部材で構成された多指可動ロボットハンドの改善であって、前記2本以上の指と前記1本の指を異怪物を含む把持対象物に接触させて把持動作可能とするために、1個の駆動源から発生する動力を1個以上の差動歯車を介して2本以上の可撓部材に伝達し、各々の可撓部材を牽引することにより、前記2本以上の指に把持力を発生させるようにしたことを特徴とするものである。

【0006】すなわち、多指多関節の筋電制御義手に代表される多指可動ロボットハンドであって、リンク材を回動支持する自由回転プーリからなる関節を有してほぼ平行に配置された2本以上の指と、それらの指と対向するように配置された別の1本の指と、前記2本以上の指の関節を曲げるために牽引され前記自由回転プーリ間に中間プーリを介して撻掛けに繋設されたそれぞれの可撓部材から構成され、1個の駆動源から発生する動力を1個以上の差動歯車を介して前記2本以上の指の可撓部材にそれぞれ伝達し、各々の可撓部材を前記リンク材の屈曲側及び伸長側の双方向から牽引することにより、前記2本以上の指に把持力を発生させる指関節駆動機構と、前記2本以上の指と前記1本の指を異径物を含む把持対象物に接触させて、可撓部材の張力を調整又は保持し、各指関節が把持対象物の外形状に倣って包み込むように把持動作を制御する異径物把持機構を具備したものである。

【0007】ここでは、異径物把持機構が、中間プーリに替わる張力差動式トルクセンサを用い、前記2本以上の指と前記1本の指を把持対象物に接触させて、張力差動式トルクセンサにより検出したひずみ量又は張力差をフィードバックして張力調整し、各指関節が把持対象物の外形状に倣って個別の変位をとり、該把持対象物を包み込むように把持動作可能にコンプライアンス制御するものとされる。

【0008】また、把持制御方法であって、1個の駆動源から発生する動力を1個以上の差動歯車を介して2本以上の可撓部材に伝達し、該可撓部材をリンク材の屈曲側及び伸長側の双方向からそれぞれ張力調整して牽引することにより、前記2本以上の指に把持力を発生させるように指関節を駆動するとともに、前記2本以上の指と前記1本の指を把持対象物に接触させて、張力差動式トルクセンサにより検出したひずみ量又は張力差をフィードバックして張力調整し、各指関節が把持対象物の外形状に倣って個別の変位をとり、該把持対象物を包み込むように把持動作をコンプライアンス制御することを特徴とするものである。

【0009】したがって、1個の駆動源により、3指以上を指関節まで含めて動かすことにより、人間の手に近い動きができ、ワイングラスのような異径物を、その形状に倣って5本指すべてを異径物に接触させて把持することが可能となる。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面を参照して以下説明する。

【0011】図1は、本発明に係る機構の原理を示したブロック図である。

【0012】まず、駆動源である駆動用モータ1から平歯車2及び平歯車3を経由して差動歯車4に動力を伝達する。差動歯車4は平歯車5及び平歯車6に動力を伝達

する。平歯車5は差動歯車7に動力を伝達し、平歯車6は差動歯車8に動力を伝達する。差動歯車7はプーリ9及びプーリ10に動力を伝達する。プーリ9はワイヤ11を巻き取り、ワイヤ11は小指12を動かす。同様に、プーリ10はワイヤ13を巻き取り、ワイヤ13は環指14を動かす。差動歯車8はプーリ15及びプーリ16に動力を伝達する。プーリ15はワイヤ17を巻き取り、ワイヤ17は中指18を動かす。同様に、プーリ16はワイヤ19を巻き取り、ワイヤ19は示指20を動かす。〔指関節駆動機構〕

【0013】ここで、示指20と中指18の動きを拘束した場合でも、差動歯車4から平歯車5、差動歯車7、プーリ9及びプーリ10を介して小指12及び環指14に動力を伝達できる。そしてさらに、環指14の動きを拘束しても差動歯車7からプーリ9を介して小指11に動力を伝達できる。

【0014】そして、2本以上の指と前記1本の指〔後述の拇指30〕を把持対象物Wに接触させて、張力差動式トルクセンサ〔後述の符号29〕により検出したひずみ量又は張力差をフィードバックして張力調整し、各指関節が把持対象物の外形状に倣って個別の変位をとり、該把持対象物を包み込むように把持動作を制御することにより、形状が全く予測できないような異径物に対してもその形状に沿って（倣って）包み込むような把持が実現できる。〔異径物把持機構〕

【0015】

【実施例】本発明の一実施例を図面を参照して以下説明する。

【0016】図2は、実施例ハンド〔5指〕の（a）平面図及び（b）側面図である。

【0017】図2において拇指30以外の4指を動かす機構は、図1と同様であり、1個の駆動源すなわちモータ1により、小指12、環指14、中指18、示指20を、指関節を含めて動かすことができる。

【0018】従来方法では、4指を動かすには、少なくとも4個の駆動源が必要であったが、本実施例では1個の駆動源のみで実現している。

【0019】ワイヤを牽引して指関節を曲げる機構の原理図を図3に示す。

【0020】各ワイヤ（11、13、17、19）のうち、いずれか1本のワイヤの屈曲側21及び伸長側22を、それぞれ逆方向から、第一関節プーリ23、中間プーリ24、第二関節プーリ25及び駆動プーリ26に巻いて、ワイヤの屈曲側21及び伸長側22の両端を第一指骨27に固定し、適正な初期張力を与える。

【0021】この状態で駆動プーリ26を時計周りに回転させれば、屈曲側21の張力は大きく伸長側22の張力は小さくなり、これら2本のワイヤに張力差が生じる。この張力差によって、第二指骨28は第二関節プーリ25を中心に回転し、第一指骨27は関節プーリ22

を中心に回転し、指関節が曲がる。

【0022】また、駆動プーリの回転方向を変えることで指の屈曲・伸長が行われるため、駆動源の回転数及びトルクを制御すれば指動作の制御が可能となる。

【0023】参考で、実施例ハンド〔5指〕のモデル仕様を表1にまとめておく。

【0024】

【表1】

駆動パターン	3軸 ・手指屈伸 ・手首腕尺屈 ・手首回内外転		
指駆動軌跡	腕側外転・掌側外転の中間の動き		
駆動関節	親指 他4指	1関節 2関節	
駆動機構	・手指屈伸 ・手首腕尺屈 ・手首回内外転	ワイヤ・プーリ駆動 ギアドライブ機構 遊星ギアドライブ機構	
駆動モータ	超音波モータ	出力	定格トルク
	拇指屈伸	1.3W (1個)	0.5kgf/cm
	4指屈伸	1.3W (1個)	0.5kgf/cm
	手首腕尺屈	1.3W (1個)	0.5kgf/cm
	手首回内外転	1.3W (1個)	0.5kgf/cm
把握対象物寸法	握り	φ10～φ70	
	つまみ	幅10～50	
寸法 (モデル)	成人男子の等倍体		
指関節可動範囲	40°		
手首腕尺屈範囲	±10°		
手首回内外転範囲	±360°		
材質	アルミニウム合金・鋼材・樹脂・FRP等		
各部保持力・ 駆動トルク	4指	200g/1本 (先端保持力)	
	親指	200g/1本 (先端保持力)	
	手首腕尺屈	2.50kgf・cm	
	手首回内外転	3.28kgf・cm	
使用周囲温度	0～45°		
使用周囲湿度	35%～85%		
使用周囲雰囲気	腐食性ガスなきこと		
重量	0.51kg (3軸・前腕モータから先端まで)		

【0025】

【発明の効果】本発明のロボットハンドは、拇指以外の4指を指関節まで含めて動かすことができ、しかも、物体の形状に倣って把持できるため、より人間の手に近い動きができる。その動作が1個の駆動源のみでできるため、機構が小型化され、成人の手とほぼ同じ大きさの義手を実現できる。また、機構全体の重量を軽くすることができ、筋力の衰えた前腕切断者にとって負担の軽い義手を実現できる。

【0026】本発明の応用分野としては、前腕切断者用の筋電義手、他部位切断者用の義手等の動力義手としての福祉分野への利用がある。また、健常者を操縦者とした、宇宙空間、原子力発電所格納容器内、深海、火災現場、毒性を有する微生物の培養容器内作業等の極限作業用遠隔制御ロボットのロボットハンドの制御、遠隔手術時のロボットハンドの医師によるオペレーション、血管、眼球等の微小臓器の手術時のマイクロロボットハン

ドの医師によるオペレーション、LSIデバイス等の微小デバイスのハンドリングのためのロボットハンドの有人オペレーション或いは無人電話局、無人電波中継施設、隧道、無人変電所等の保守管理を要する施設の保守管理にあたる遠隔操縦型ロボットのロボットハンドの有人オペレーション、さらには航空機パイロットの操縦装置への入力デバイス、コンピュータCGで作られた仮想空間内のマニピュレーションへの応用等が考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る機構の原理を示したブロック図である。

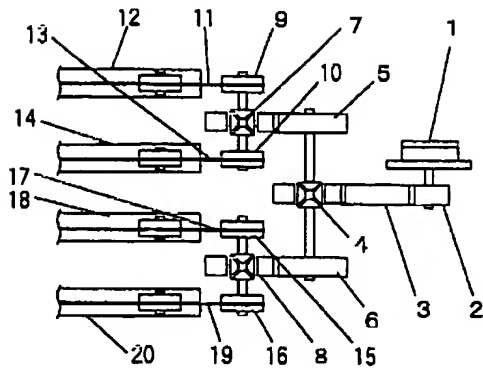
【図2】本発明の実施例を示した(a)平面図及び(b)側面図である。

【図3】本発明の実施例に係る機構の原理を示したブロック図である。

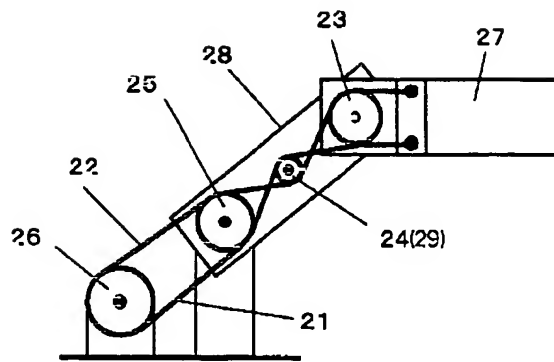
【符号の説明】

- 1 駆動用モータ
- 2 平歯車
- 3 平歯車
- 4 差動歯車
- 5 平歯車
- 6 平歯車
- 7 差動歯車
- 8 差動歯車
- 9 プーリ
- 10 プーリ
- 11 ワイヤ
- 12 小指
- 13 ワイヤ
- 14 環指
- 15 プーリ
- 16 プーリ
- 17 ワイヤ
- 18 中指
- 19 ワイヤ
- 20 示指
- 21 ワイヤ (屈曲側)
- 22 ワイヤ (伸長側)
- 23 第一関節プーリ
- 24 中間プーリ
- 25 第二関節プーリ
- 26 駆動プーリ
- 27 第一指骨
- 28 第二指骨
- 29 張力差動式トルクセンサ
- 30 拇指
- W 把持対象物

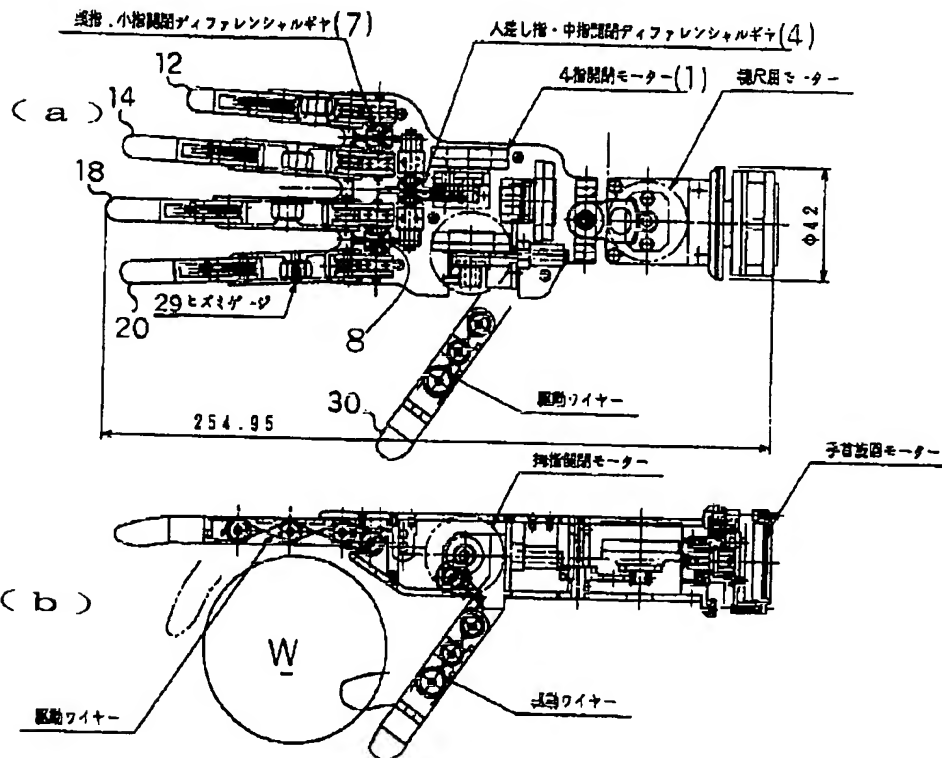
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 小池 明
広島県福山市東深津町三丁目2番39号 広
島県立東部工業技術センター内
(72)発明者 白髪 定二
広島県福山市緑町1番8号 山菱テクニカ
株式会社内

Fターム(参考) 3C007 DS01 DS06 ES09 EU06 EU11
EU20 EW14 HS27
3F059 BA08 DA07 DC04 FC04
3F061 AA04 BA09 BC07 BC15 BC19
BD04 BF14
4C097 AA12 BB06 CC01 CC17 TA03
TB01 TB05

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-103269

(43)Date of publication of application : 09.04.2002

(51)Int.Cl.

B25J 15/08
A61F 2/56

(21)Application number : 2000-289691

(71)Applicant : DOUBLE GIKEN KK
FUKAYA NAOKI
TOYAMA SHIGEKI

(22)Date of filing : 25.09.2000

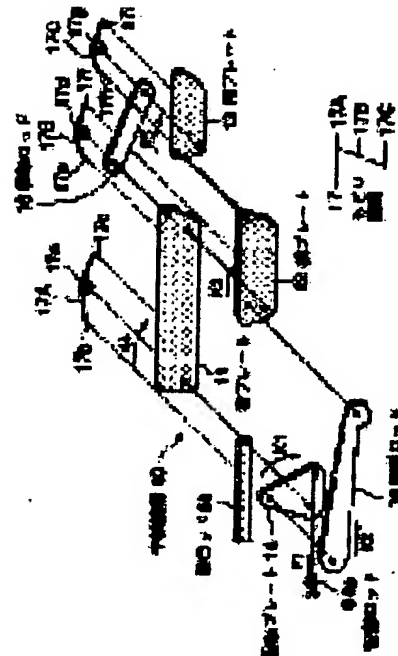
(72)Inventor : TOYAMA SHIGEKI
FUKAYA NAOKI
WADA HIROSHI

(54) MAN TYPE HAND HAVING COMPACT STRUCTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lightweight man type hand having a compact structure facilitating operation and being suitable for a robot and an artificial hand of a physically handicapped person.

SOLUTION: This man type hand having the compact structure consists of a plurality of finger mechanisms 10, 20, 30, 40 which become curved grip shapes due to the turn of a plurality of finger plates connected rotatably and mutually when a traction force is applied in one direction, a thumb mechanism 50 turning onto a finger mechanism side when a traction force is applied in one direction, and a finger drive mechanism 80 giving a traction force to respective finger mechanisms and a traction force to the thumb mechanism 50 when a traction force is applied in one direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-103269

(P2002-103269A)

(43)公開日 平成14年4月9日(2002.4.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース*(参考)
B 2 5 J 15/08		B 2 5 J 15/08	J 3 C 0 0 7
A 6 1 F 2/56		A 6 1 F 2/56	3 F 0 6 1
			4 C 0 9 7

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-289691(P2000-289691)

(22)出願日 平成12年9月25日(2000.9.25)

(71)出願人 593058190

ダブル技研株式会社

神奈川県藤沢市長後903番地の3

(71)出願人 500443963

深谷 直樹

東京都足立区鹿浜4-17-13

(71)出願人 59302/554

遠山 茂樹

東京都小金井市中町2-24-16 東京農工

大学工学部内

(74)代理人 10007/827

弁理士 鈴木 弘男

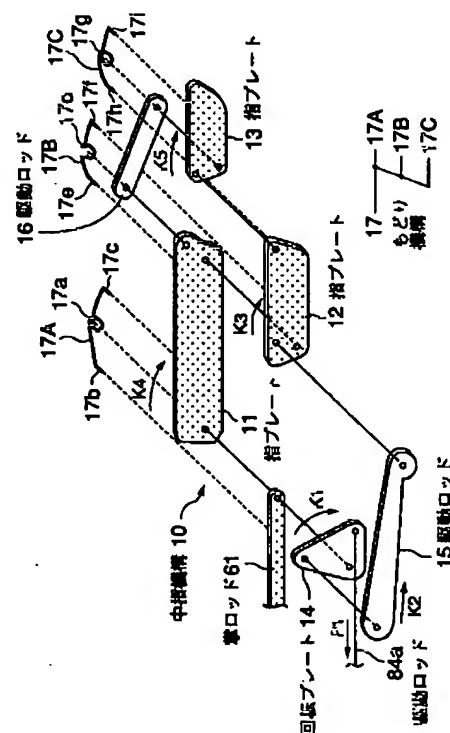
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 簡潔構造の人間型ハンド

(57)【要約】

【課題】 軽量で操作を容易とし、ロボット用や、身体障害者などの義手用に適した簡潔構造の人間型ハンドを提供する。

【解決手段】 本発明の簡潔構造の人間型ハンドは、一方向に牽引力が加えられたとき互いに回転自在に連結した複数の指プレートが回転して湾曲した把持形状になる複数の指機構10、20、30、40と、一方向に牽引力が加えられたとき指機構側に回転する親指機構50と、一方向に操作牽引力が加えられたときそれぞれの指機構に牽引力を与えると共に親指機構50に牽引力を与える指駆動機構80とで構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方向に牽引力が加えられたとき互いに回転自在に連結した複数の指プレートが回転して湾曲した把持形状になる複数の指機構と、一方向に牽引力が加えられたとき前記指機構側に回転する親指機構と、一方向に操作牽引力が加えられたとき前記複数のそれぞれの指機構に前記牽引力を与えると共に前記親指機構に前記牽引力を与える指駆動機構とを備えたことを特徴とする簡潔構造の人間型ハンド。

【請求項2】 前記指機構は、前記牽引力が加えられたとき互いに回転自在に連結した前記複数の指プレートに回転力を順次与えることを特徴とする請求項1に記載の簡潔構造の人間型ハンド。

【請求項3】 前記指駆動機構は、前記複数の指機構に加える牽引力をそれぞれ個別の経路で与え、前記複数の指機構のいずれかが把持動作を終了しても他の前記指機構に引き続き牽引力を与えることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の簡潔構造の人間型ハンド。

【請求項4】 前記親指機構は、前記指駆動機構により前記牽引力が加えられたとき指の先端側に対し予め定めた傾斜角を持って前記指機構側に回転することを特徴とする請求項1に記載の簡潔構造の人間型ハンド。

【請求項5】 前記指機構または前記親指機構は、前記指駆動機構により牽引力が加えられ前記牽引力が減少したとき元の位置にもどす機構を有することを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の簡潔構造の人間型ハンド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、軽量で操作を容易とし、ロボット用や、身体障害者などの義手用に適した簡潔構造の人間型ハンドに関する。

【0002】

【従来の技術】人間型ハンドは、ロボットや義手に使用されるものであり、人の手の構造と動作は極めて複雑であるため、従来から一般的に知られている人間型ハンドは、多数のアクチュエータを有し、また、センサ類などによる情報を得る必要があり、そのコントロールシステムも極めて複雑である。

【0003】特に、義手用の人間型ハンドは、例えば、1個の物体を握むだけでも複雑な機構で複数のアクチュエータを操作せねばならず、また、重量も重くならざるを得ないため、それを取り付ける装着者にとって操作も煩雑で負担も多いものとなっていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、軽量で操作を容易とし、ロボット用や、身体障害者などの義手用に適した簡潔構造の人間型ハンドを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の簡潔構造の人間型ハンドは、一方向に牽引力が加えられたとき互いに回転自在に連結した複数の指プレートが回転して湾曲した把持形状になる複数の指機構と、一方向に牽引力が加えられたとき前記指機構側に回転する親指機構と、一方向に操作牽引力が加えられたとき前記複数のそれぞれの指機構に前記牽引力を与えると共に前記親指機構に前記牽引力を与える指駆動機構とで構成した。

【0006】また、前記指機構は、前記牽引力が加えられたとき互いに回転自在に連結した前記複数の指プレートに回転力を順次与えることとした。

【0007】また、前記指駆動機構は、前記複数の指機構に加える牽引力をそれぞれ個別の経路で与え、前記複数の指機構のいずれかが把持動作を終了しても他の前記指機構に引き続き牽引力を与えることとした。

【0008】また、前記親指機構は、前記指駆動機構により前記牽引力が加えられたとき指の先端側に対し予め定めた傾斜角を持って前記指機構側に回転することとした。

【0009】さらに、前記指機構または前記親指機構は、前記指駆動機構により牽引力が加えられ前記牽引力が減少したとき元の位置にもどす機構を有することとした。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0011】図1は、本発明に関わる簡潔構造の人間型ハンドに使用する指機構の代表として中指機構10の構成図を示す。

【0012】この中指機構10は、掌機構60（図3参照）の一部を構成し中手骨に相当する掌ロッド61の先端に一端が回転自在に取り付けられ基節骨に相当する指プレート11と、指プレート11の他端に一端が回転自在に取り付けられ中節骨に相当する指プレート12と、指プレート12の他端に一端が回転自在に取り付けられ末節骨に相当する指プレート13とが連続的に設けられている。

【0013】さらに、中指機構10には、三角形の回転プレート14が中心部で掌ロッド61の先端に回転自在に取り付けられ、回転プレート14の一方の端に一端が回転自在に取り付けられ他端が指プレート12の指プレート11側の端部に回転自在に取り付けられる駆動ロッド15と、指プレート11の指プレート12側の端部に一端が回転自在に取り付けられ他端が指プレート13の指プレート12側の端部に回転自在に取り付けられる駆動ロッド16とが設けられている。

【0014】回転プレート14の他方の端には駆動ロッド84aが回転自在に取り付けられ、駆動ロッド84aが矢印P1方向に牽引されると回転プレート14は矢印K1の方向に回転し、駆動ロッド15は矢印K2の方向

に駆動される。駆動ロッド15の駆動により指プレート12が矢印K3方向に駆動され回動力が与えられるとともに指プレート11にも矢印K4に示す回動力が与えられ、指プレート12の駆動により指プレート13は矢印K5に示す方向に駆動力が与えられる。

【0015】さらに、駆動ロッド84aを矢印P1方向に牽引することにより指プレート11と、指プレート12と、指プレート13とは回動し中指機構10を湾曲形状にすることができる。

【0016】スプリング17Aは、中心部17aと一方の端部17cが指プレート11に取りつけられ、他方の端部17bが掌ロッド61に取り付けられ、指プレート11に矢印K4とは逆方向のばね力を与えている。

【0017】スプリング17Bは、中心部17dと一方の端部17eが指プレート11に取りつけられ、他方の端部17fが指プレート12に取り付けられ、指プレート12に矢印K3とは逆方向のばね力を与えている。

【0018】スプリング17Cは、中心部17gと一方の端部17iが指プレート13に取りつけられ、他方の端部17hが指プレート12に取り付けられ、指プレート13に矢印K5とは逆方向のばね力を与えている。

【0019】もどり機構17は、スプリング17A、スプリング17Bおよびスプリング17Cとで構成され、中指機構10が回動されたとき元の位置へのもどり力を与えるものである。

【0020】ただし、もどり機構17は、スプリング17A、スプリング17Bおよびスプリング17Cとに限定されるものではなく、1個または複数のスプリングで構成するようにすることもできる。

【0021】図2は、球体Bを握るときの中指機構10の動作例図を示す。図2(A)は把持開始時の側面図を示し、図2(B)は指プレート11の中央部に球体Bを当接し把持する側面図を示し、図2(C)は指プレート11の先端部に球体Bを当接し把持する側面図を示す。

【0022】図2(A)に示すように、駆動ロッド84aが矢印P1方向に牽引されると回転プレート14は矢印K1の方向に回動し、駆動ロッド15により指プレート12に駆動力が与えられるとともに指プレート11にも回動力が与えられ、指プレート11は指プレート12の回動より先行して回動を開始する。

【0023】図2(B)に示すように、指プレート11が回動し球体Bに当接すると指プレート11の回動は停止し、指プレート12と指プレート13は回動を続け指プレート11と、指プレート12と、指プレート13とを湾曲の把持形状にすることができる。

【0024】また、図2(C)に示すように、把持開始時に指プレート11の先端部に球体Bを当接させ、指プレート11の先端部で指プレート11と、指プレート12と、指プレート13とを湾曲の把持形状にすることもできる。

【0025】図3は、本発明に関わる簡潔構造の人間型ハンドの全体骨格図を示し、掌機構60と、中指機構10、小指機構20、薬指機構30、人指し指機構40および親指機構50の組立図を示す。

【0026】小指機構20、薬指機構30および人指し指機構40の機構は、図1で詳細説明した中指機構10と同様構成のため詳細説明は省略する。

【0027】掌機構60は、ユニバーサルジョイント65、66、67、68を介しそれぞれ掌ロッド61、62、63、64を掌基板69に接続している。掌ロッド62と掌ロッド63との間には継手ロッド71がその両端に設けたジョイントを介し取り付けられ、掌ロッド63と掌ロッド61との間には継手ロッド72がその両端に設けたジョイントを介し取り付けられ、掌ロッド61と掌ロッド64との間には継手ロッド73がその両端に設けたジョイントを介し取り付けられている。

【0028】また、親指機構50は、掌基板69に設けたユニバーサルジョイント54に指ロッド51と指ロッド52と指ロッド53とが連続的に取り付けられ、掌ロッド64に固定された接続ロッド57に設けたユニバーサルジョイント56と指ロッド51との間に継手ロッド55が取り付けられ、人間の親指に似せて全体に内側方向に回転することができる。親指機構50は、内側方向に回転するとき、指の先端側に対し予め定めた傾斜角 θ (6.5度近辺が望ましい)を持って前記指機構側に回転する。

【0029】また、親指機構50は、接続ロッド57と、ユニバーサルジョイント56と、継手ロッド55とに、図1に示すスプリング17Aと同様のスプリング(図示せず)を取り付け、親指機構50のもどり機構にすることもできる。

【0030】また、親指機構50は、図1に示した中指機構10と同様構成とし、把持動作を行うとき湾曲の把持形状にすることもできる。

【0031】さらに、図6はスプリング継手74の側面図を示し、スプリング継手74は、図3に示した継手ロッド71、72、73の代わりに使用するものである。図6に示すようにスプリング継手74は、例えば、掌ロッド61、62、63に挿入して使用し、スプリングで構成しているため、簡潔構造で元の位置への復元力を有したものとすることができる。

【0032】図4は、本発明に関わる指駆動機構80の概略図を示す。

【0033】駆動ロッド84aは、矢印P1方向に牽引されることにより図1に示す中指機構10を駆動し中指機構10に把持動作を行わせることができ、同様に、駆動ロッド83a、駆動ロッド83bおよび駆動ロッド84bもそれぞれ図3に示す小指機構20、薬指機構30および人指し指機構40に把持動作を行わせることができる。

【0034】駆動ロッド81aに操作牽引力Pが加えられるとリンクプレート81は牽引され、リンクプレート81により駆動ロッド81bを介しリンクプレート82が牽引され、同時に掌基板69（図3参照）に回転可能に取りつけられた回転プレート85が矢印P0に示す方向に回動力が与えられる。

【0035】リンクプレート82は、駆動ロッド81bの牽引力により駆動ロッド82aと駆動ロッド82bとを介しリンクプレート83とリンクプレート84とを牽引する。リンクプレート83は、駆動ロッド82aの牽引力により駆動ロッド83aと駆動ロッド83bとを矢印P2と矢印P3方向にそれぞれ牽引し、また、同時にリンクプレート84は、駆動ロッド82bの牽引力により駆動ロッド84aと駆動ロッド84bとを矢印P1と矢印P4方向にそれぞれ牽引する。

【0036】また、回転プレート85は、駆動ロッド81cにより矢印P0に示す方向に与えられた回動力により駆動ロッド85aを介し矢印P5に示すように親指機構50を全体に内側方向に回転させることができる。

【0037】従って、指駆動機構80は、一方向よりの単独の操作牽引力Pにより中指機構10、小指機構20、薬指機構30、人指し指機構40および親指機構50に牽引力をそれぞれ個別の経路で与えることができる。

【0038】例えば球体の把持を行うときには、駆動ロッド81aに操作牽引力Pが加えられ指駆動機構80は駆動を開始し、小指機構20が物体に接触すると把持動作を始め、続いて薬指機構30も接触し把持動作を始め、このように駆動ロッド81aに操作牽引力Pが加わり続ける限り、指機構の全てが物体に接触し、把持動作を終えるまで協調的に動作する。

【0039】また、何かにぶつかるなど突発的な出来事によってある指機構の位置がずれ、把持力が弱まったとしても、指駆動機構80は牽引力を均等に、かつバランスを保つように動くことができ、これにより各指機構の把持力は再び均等になり、物体を把持し続ける。把持動作後は、もどり機構17により指機構は元の位置にもどすことができる。

【0040】なお、図3に示す掌ロッド61、62、63、64と、中指機構10、小指機構20、薬指機構30および人指し指機構40のそれぞれとの接続にはユニバーサルジョイントを使用し、把持動作を行うとき、各指機構は掌機構60の中心部に向かい引き込まれるように曲げられ把持力の均等化を行うこともでき、人の手が物を握るとき手の中心部へ絞り込む場合と同様にすることができる。

【0041】図5は、本発明に関わる簡潔構造の人間型ハンドの作動状況図を示す。

【0042】図5に示すように、小指機構20および薬指機構30が把持する物体に接触したとき、矢印Qに示

すように掌機構60（図3参照）の内側に引き込むように動作し、これによって5指の指機構だけでなく、掌機構60も把持時に物体に対し形状を合わせ密接に接触し、より広い面積で接触するような動作が可能になる。これは人間が安定した把持のために行う動作と同一の作用であり、安全に安定して物体の把持を遂行する上で重要な機能である。

【0043】また、把持動作は、球体の把持に限らず包み込み把持や、側面把持なども容易に行うこともできる。

【0044】以上述べたごとく、本発明の簡潔構造の人間型ハンドは、人間の手動作と似た動作を容易に行い、かつ軽量のものにすることができる。

【0045】

【発明の効果】本発明の簡潔構造の人間型ハンドは、一方向に牽引力が加えられたとき互いに回転自在に連結した複数の指プレートが回転して湾曲した把持形状になる複数の指機構と、一方向に牽引力が加えられたとき前記指機構側に回転する親指機構と、一方向に操作牽引力が加えられたとき前記複数のそれぞれの指機構に前記牽引力を与えると共に前記親指機構に前記牽引力を与える指駆動機構とで構成したため、軽量で操作を容易とし、ロボット用や、身体障害者などの義手用に適した簡潔構造にすることができる。

【0046】また、前記指機構は、前記牽引力が加えられたとき互いに回転自在に連結した前記複数の指プレートに回動力を順次与えることとしたため、軽量構造での確確実に把持動作を行うことができる。

【0047】また、前記指駆動機構は、前記複数の指機構に加える牽引力をそれぞれ個別の経路で与え、前記複数の指機構のいずれかが把持動作を終了しても他の前記指機構に引き続き牽引力を与えることとしたため、指機構の全てが物体に接触し、把持動作を終えるまで協調的に動作でき、軽量構造での確確実に把持動作を行わせることができる。

【0048】また、前記親指機構は、前記指駆動機構により前記牽引力が加えられたとき指の先端側に対し予め定めた傾斜角を持って前記指機構側に回転することとしたため、軽量構造での確確実に把持動作を行うことができる。

【0049】さらに、前記指機構または前記親指機構は、前記指駆動機構により牽引力が加えられ前記牽引力が減少したとき元の位置にもどり機構を有することとしたため、簡潔構造でもどり動作を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に関わる簡潔構造の人間型ハンドに使用する指機構の代表として中指機構の構成図を示す。

【図2】球体を握るときの中指機構の動作例図を示す。図2（A）は把持開始時の側面図を示し、図2（B）は指プレートの中央部に球体を当接し把持する側面図を示す。

し、図2(C)は指プレートの先端部に球体を当接し把持する側面図を示す。

【図3】本発明に関わる簡潔構造の人間型ハンドの全体骨格図を示し、掌機構と、中指機構、小指機構、薬指機構、人指し指機構および親指機構の組立図を示す。

【図4】本発明に関わる指駆動機構の概略図を示す。

【図5】本発明に関わる簡潔構造の人間型ハンドの作動状況図を示す。

【図6】スプリング継手の側面図を示す。

【符号の説明】

10 中指機構

11、12、13 指プレート

14 回転プレート

15、16 駆動ロッド

17 もどり機構

17A、17B、17C スプリング

20 小指機構

30 薬指機構

40 人指し指機構

50 親指機構

50 掌機構

60 掌機構

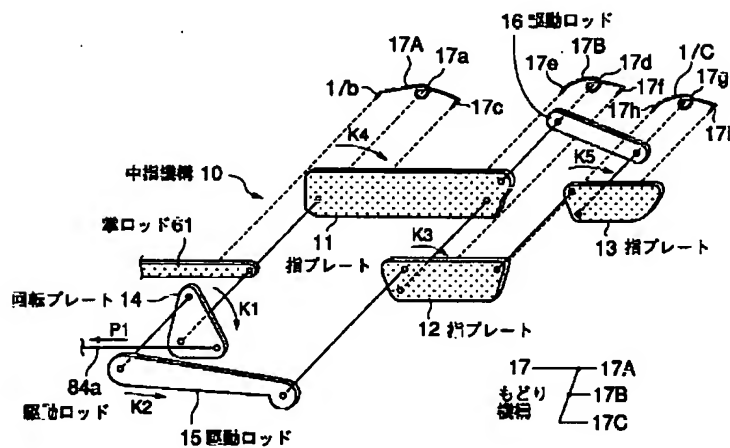
61、62、63、64 掌ロッド

69 掌基板

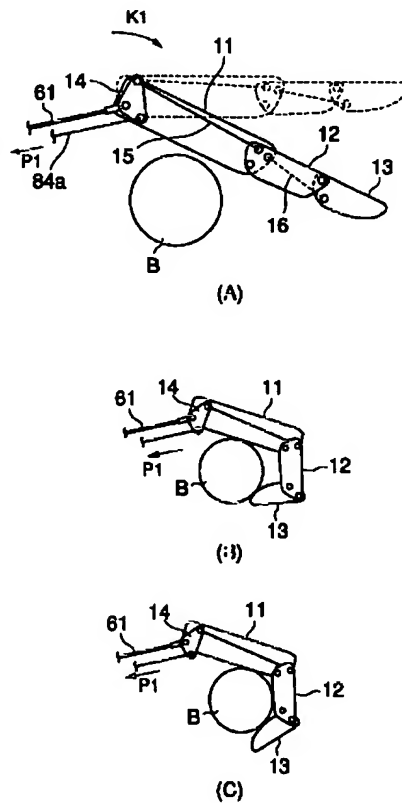
80 指駆動機構

82a、82b、84a、84b 駆動ロッド

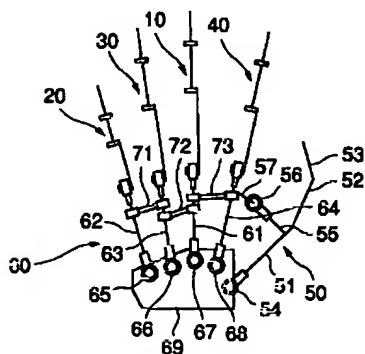
【図1】



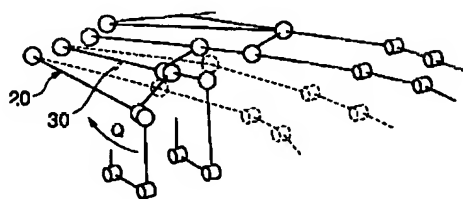
【図2】



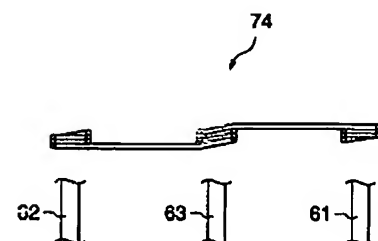
【図3】



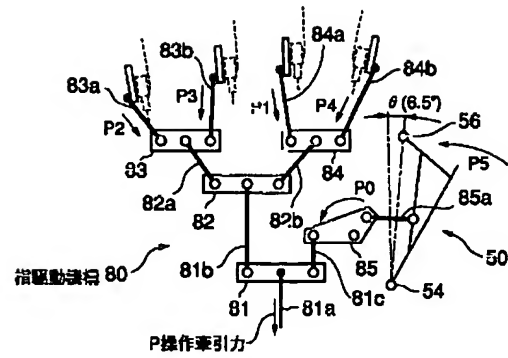
【図5】



【図6】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 遠山 茂樹
東京都小金井市中町2-24-16 東京農工
大学工学部内
(72)発明者 深谷 直樹
東京都足立区鹿浜4-17-13

(72)発明者 和田 博
神奈川県藤沢市長後903番地の3 ダブル
技研株式会社内
Fターム(参考) 3C007 DS01 ES00 ES09 EU11 EU20
3F061 AA01 BA00 BA09 BC15 BC19
4C097 AA12 BB02 BB05 CC14 CC15
CC18 MM02 MM09

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-181787

(43)Date of publication of application : 02.07.2003

(51)Int.Cl.

B25J 15/08

(21)Application number : 2001-382842

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

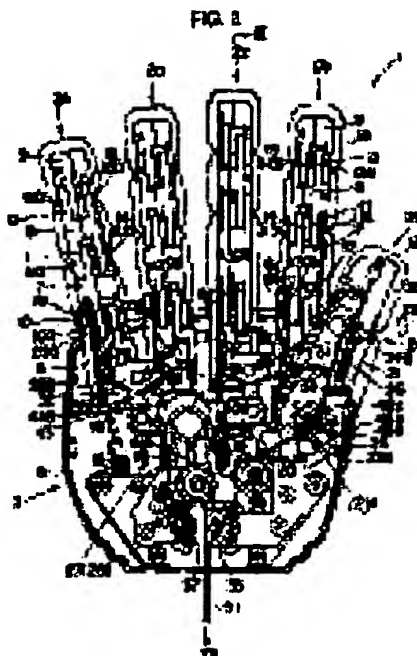
(22)Date of filing : 17.12.2001

(72)Inventor : MATSUDA HIROSHI

(54) MULTIFINGER HAND APPARATUS**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multifinger hand apparatus which is able to reduce the number of actuators serving as driving sources for bending and stretching movements of finger mechanisms, and also to perform smooth bending and stretching movements of the finger mechanisms in the work of gripping an object, etc.

SOLUTION: Respective wires 29a, 29b extending from finger mechanisms 2a to 2e energized by springs 16, 26, etc., in its stretching side are connected to a connecting member 32, and wires 30a, 30b are connected to a connecting member 33. A wire 31 extending from the finger mechanism 2a is pulled out from a base side of a palm portion 3 by winding it on to a pulley 36. The connecting members 32, 33 are swingably supported by a holding member 43 via supporting shafts 44, 45. The holding member 43 is provided so as to swing about a supporting shaft 42 and so as to move. The pulley 36 is supported by the holding member 43 and moves together with the holding member 43. The bending and stretching movements of the finger mechanisms 2a to 2e are collectively carried out by pulling a wire 31.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 03.09.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-181787
(P2003-181787A)

(43)公開日 平成15年7月2日(2003.7.2)

(51) Int.Cl.⁷
B 2 5 J 15/08

識別記号

F I
B 2 5 J 15/08

デーポート* (参考)

J 3C007
K

審査請求 未請求 請求項の数11 O.L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願2001-382842(P2001-382842)

(22) 出題日 平成13年12月17日(2001. 12. 17)

(71)出願人 000003326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 松田 広志

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(74)代理人 10007/805

弁理士 佐藤 辰彦 (外1名)

Fターム(参考) 3C007 DS02 ES06 ES09 ET01 EU07

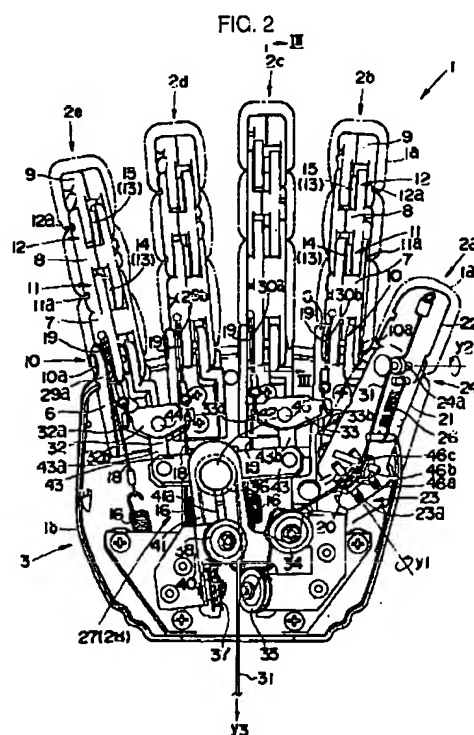
HT04 HT06 HT09 HT36

(54) 【発明の名称】 多指ハンド装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】指機構の屈伸動作の駆動源としてのアクチュエータの個数を少ないものとしつつ、物体の把持作業等の際の指機構の円滑な屈伸動作を行うことができる多指ハンド装置を提供する。

【解決手段】スプリング１６，２６等により伸び側の付勢した指機構２ａ～２ｅから延びる各ワイヤ２９ａ，２９ｂを連結部材３２に連結し、３０ａ，３０ｂを連結部材３３に連結する。指機構２ａから延設したワイヤ３１をプーリ３６に巻き掛けて手管部３の基部側から引き出す。連結部材３２，３３は、保持部材４３に支軸４４，４５を介して揺動自在に保持される。保持部材４３は、支軸４２の回りに揺動自在で且つ移動自在に設けられる。プーリ３６は保持部材４３に保持されて、保持部材４３と共に移動する。ワイヤ３１を引っ張ることにより、指機構２ａ～２ｅの曲げ動作が一括的に行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】腕体の先端部に取り付けられた手筈部と、該手筈部から延設され、それぞれ複数の節間部材を指関節を介して順次接続してなる複数の指機構と、各指機構をその伸ばし側及び曲げ側のいずれか一方側に付勢する付勢手段と、各指機構から手筈部側に延設されたワイヤ部材と、各指機構から延設されたワイヤ部材を前記付勢手段の付勢力に抗して引っ張ることにより、該指機構の曲げ動作又は伸ばし動作を行わしめる駆動手段とを備えた多指ハンド装置であって、

前記駆動手段は、前記複数の指機構のうちの少なくとも2個の指機構からそれぞれ延設された2本のワイヤ部材の手筈部側の端部を互いに間隔を存して連結する一対の連結部を備える連結部材と、該連結部材の両連結部の間に設けた支点を介して該連結部材を揺動自在に保持して前記2本のワイヤ部材の引っ張り方向に移動可能な保持部材とを具備し、前記2個の指機構の曲げ動作又は伸ばし動作を行うとき、前記保持部材を移動させることにより、該2個の指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張ることを特徴とする多指ハンド装置。

【請求項2】腕体の先端部に取り付けられた手筈部と、該手筈部から延設され、それぞれ複数の節間部材を指関節を介して順次接続してなる少なくとも4個以上の複数の指機構と、各指機構をその伸ばし側及び曲げ側のいずれか一方側に付勢する付勢手段と、各指機構から手筈部側に延設されたワイヤ部材と、各指機構から延設されたワイヤ部材を前記付勢手段の付勢力に抗して引っ張ることにより、該指機構の曲げ動作又は伸ばし動作を行わしめる駆動手段とを備えた多指ハンド装置であって、前記駆動手段は、前記複数の指機構のうちの少なくとも4個の指機構が2個ずつの2対に分類されて各対の2個の指機構からそれぞれ延設された2本のワイヤ部材の手筈部側の端部を互いに間隔を存して連結する一対の連結部を備えた2個の連結部材と、それぞれの連結部材の両連結部の間に設けた支点を介して2個の連結部材を間隔を存して揺動自在に保持し、前記4個の指機構からそれぞれ延設されたワイヤ部材の引っ張り方向に移動可能で且つ前記2個の連結部材の間に設けた支点の回りに揺動可能な保持部材とを具備し、前記4個の指機構の曲げ動作又は伸ばし動作を行うとき、前記保持部材を移動させることにより、該4個の指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張ることを特徴とする多指ハンド装置。

【請求項3】前記指機構は少なくとも3個以上備えられ、前記駆動手段は、前記2個の指機構以外の他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材が巻き掛けられて前記保持部材に回転自在に保持されたプーリ部材を具備し、前記2個の指機構と前記他の1個の指機構との曲げ動作又は伸び動作を行うとき、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材を、前記プーリ部材が前記保持部材と

共に前記2個の指機構から延設されたワイヤ部材の引っ張り方向に移動する方向に引っ張ることを特徴とする請求項1記載の多指ハンド装置。

【請求項4】前記指機構は少なくとも5個以上備えられ、前記駆動手段は、前記4個の指機構以外の他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材が巻き掛けられて前記2個の連結部材の間に前記保持部材に回転自在に保持されたプーリ部材を具備し、前記4個の指機構と前記他の1個の指機構との曲げ動作又は伸び動作を行うとき、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材を、前記プーリ部材が前記保持部材と共に前記4個の指機構から延設されたワイヤ部材の引っ張り方向に移動する方向に引っ張ることを特徴とする請求項2記載の多指ハンド装置。

【請求項5】前記保持部材の2個の連結部材の間に設けられた支点は、何れか一方の連結部材寄りに位置されていることを特徴とする請求項2又は4記載の多指ハンド装置。

【請求項6】前記連結部材の両連結部の間に設けられた支点は、何れか一方の連結部寄りに位置されていることを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項に記載の多指ハンド装置。

【請求項7】前記連結部材は、前記保持部材に揺動自在に連設されたリンク部材を介して該保持部材に保持されていることを特徴とする請求項1乃至6の何れか1項に記載の多指ハンド装置。

【請求項8】前記複数の指機構のうちの少なくとも一つの指機構は、最も手筈部寄りの指関節に連なる節間部材の該指関節回りの回転動作に連動させて他の指関節回りの回転動作を行わしめるべく該指機構の複数の節間部材に連結されたリンク機構を具備しており、該指機構から延設されている前記ワイヤ部材は、最も手筈部寄りの節間部材から延設されていることを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項に記載の多指ハンド装置。

【請求項9】前記複数の指機構のうちの、2個以上の指機構のそれぞれの2個以上の節間部材は、同一構成であることを特徴とする請求項1乃至8の何れか1項に記載の多指ハンド装置。

【請求項10】前記手筈部は、前記腕体の略長手方向に延在する軸心回りに回転可能に設けられると共に、前記駆動手段は、前記手筈部から前記腕体の内部に延設された少なくとも一つの駆動ワイヤ部材と、該駆動ワイヤ部材を該腕体の内部側に引っ張る駆動力を該駆動ワイヤ部材に付与するアクチュエータとを具備して、各指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張る力を前記アクチュエータから該駆動ワイヤ部材を介して手筈部側に伝達する手段であり、前記駆動ワイヤ部材は、前記手筈部の回転軸心に沿って前記腕体内に配置されていることを特徴とする請求項1

乃至9の何れか1項に記載の多指ハンド装置。

【請求項11】前記腕体と前記手筈部との間は電氣的に絶縁されていると共に、前記駆動ワイヤ部材は絶縁材により形成されていることを特徴とする請求項10記載の多指ハンド装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の指機構を有する多指ハンド装置に関する。

【0002】

【従来の技術】人の手と同様の構造を有する多指ハンド装置は、腕体の先端部に取り付けた手筈部から複数の指機構が延設され、その各指機構は、複数の節間部材を複数の指関節を介して順次接続した構成とされている。

【0003】この種の多指ハンド装置では、各指機構毎に、各指機構の指関節を駆動するためのアクチュエータを指機構から離間した箇所（例えば手筈部や腕体等）に設けると共に、このアクチュエータをワイヤ部材やこれを巻き掛けたプーリ部材を介して各指機構に接続し、該ワイヤ部材を該アクチュエータにより引っ張ることで各指機構の屈伸動作を行うようにしたものが従来より知られている（例えば特開昭60-207795号公報、特開平6-8178号公報等を参照）。

【0004】しかし、これらの従来の多指ハンド装置では、各指機構毎にアクチュエータを備えるため、各指機構の屈伸動作をそれぞれ独立的に制御することができるものの、多数のアクチュエータを搭載するための大きなスペースが必要となる。更に、各指機構とそれに対応するアクチュエータとを接続するワイヤ部材が各指機構毎に各別に必要となるため、それらの多数のワイヤ部材を取り回すスペースも要すると共に、該ワイヤ部材の取り回しも複雑なものとなる。

【0005】このような不都合を解消するためには、例えば各指機構をその伸ばし側、あるいは曲げ側にバネ等により付勢しておくと共に、各指機構から延設したワイヤ部材を相互に結合しておき、それらの結合したワイヤ部材を単一のアクチュエータにより引っ張ることで、各指機構の曲げ動作や伸ばし動作を一括的に行うことが考えられる。

【0006】しかしながら、このようにした場合には、例えば物体を把持するために、各指機構の曲げ動作を行った場合に、いずれか一つの指機構が物体に当接したり、他の障害物に当接したりして、それ以上、曲げ動作を行うことができなくなると、他の指機構も曲げ動作を行うことができなくなり、物体を適正に把持することができなくなることがある。また、各指機構を曲げた状態から伸ばす場合にも、一つの指機構が障害物等に当接して、それ以上、伸ばし動作を行うことができなくなると、他の指機構も伸ばし動作を行うことができなくなってしまう。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明はかかる背景に鑑みてなされたものであり、複数の指機構をワイヤ部材を介して屈伸させる多指ハンド装置において、指機構の屈伸動作の駆動源としてのアクチュエータの個数を少ないものとしつつ、物体の把持作業等の際の指機構の円滑な屈伸動作を行うことができる多指ハンド装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、本発明の第1の態様は、腕体の先端部に取り付けられた手筈部と、該手筈部から延設され、それぞれ複数の節間部材を指関節を介して順次接続してなる複数の指機構と、各指機構をその伸ばし側及び曲げ側のいずれか一方側に付勢する付勢手段と、各指機構から手筈部側に延設されたワイヤ部材と、各指機構から延設されたワイヤ部材を前記付勢手段の付勢力に抗して引っ張ることにより、該指機構の曲げ動作又は伸ばし動作を行わしめる駆動手段とを備えた多指ハンド装置であって、前記駆動手段は、前記複数の指機構のうちの少なくとも2個の指機構からそれぞれ延設された2本のワイヤ部材の手筈部側の端部を互いに間隔を存して連結する一対の連結部を備える連結部材と、該連結部材の両連結部の間に設けた支点を介して該連結部材を揺動自在に保持して前記2本のワイヤ部材の引っ張り方向に移動可能な保持部材とを具備し、前記2個の指機構の曲げ動作又は伸ばし動作を行うとき、前記保持部材を移動させることにより、該2個の指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張ることを特徴とする。

【0009】本発明の第1の態様は、少なくとも2個の指機構を屈伸させるのに適した構成である。以下、指機構が2個であるとして説明する。指機構は例えば人の指を模倣して複数の関節を備えて屈伸自在に延びている。各指機構からはワイヤ部材が手筈部に向かって延出されており、ワイヤ部材を引っ張ることにより、各指機構の曲げ動作又は伸ばし動作が行なえるようになっている。前記駆動手段は、前記保持部材に保持された連結部材を介して2個の指機構から延設された両ワイヤ部材を同時に前記付勢手段の付勢力に抗して引っ張ることにより、2個の指機構の曲げ動作又は伸ばし動作（以下、単に屈伸動作という）を行う。従って、2個の指機構については、各別にアクチュエータを備えずとも、単一のアクチュエータを用いてその屈伸動作を行うことができる。更に、このとき、2個の指機構のいずれか一方が物体等に当接してそのワイヤ部材が引っ張り不能となっても、前記連結部材が支点を介して天秤状に揺動して他方の指機構のワイヤ部材を引っ張りつつ保持部材と共に移動することができ、それにより、他方の指機構の屈伸動作を支援なく行うことができる。

【0010】このように、本発明の第1態様によれば、

指機構の屈伸動作の駆動源としてのアクチュエータの個数を少ないものとしつつ、物体の把持作業等の際の指機構の円滑な屈伸動作を行うことができる。なお、本発明の第1態様は指機構が2個以上である場合にも採用することができ、2個の指機構以外の指機構については、それぞれ各別のアクチュエータを用いて各指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張って該指機構の屈伸動作を行うようにしてもよい。或いはまた、後述する本発明の他の構成によって、互いに共通のアクチュエータを用いて屈伸動作を行うようにすることも可能である。

【0011】また、本発明の第2の態様は、腕体の先端部に取り付けられた手筈部と、該手筈部から延設され、それぞれ複数の節間部材を指関節を介して順次接続してなる少なくとも4個以上の複数の指機構と、各指機構をその伸びし側及び曲げ側のいずれか一方側に付勢する付勢手段と、各指機構から手筈部側に延設されたワイヤ部材と、各指機構から延設されたワイヤ部材を前記付勢手段の付勢力に抗して引っ張ることにより、該指機構の曲げ動作又は伸びし動作を行わしめる駆動手段とを備えた多指ハンド装置であって、前記駆動手段は、前記複数の指機構のうちの少なくとも4個の指機構が2個ずつの2対に分類されて各対の2個の指機構からそれぞれ延設された2本のワイヤ部材の手筈部側の端部を互いに間隔を存して連結する一対の連結部を備えた2個の連結部材と、それぞれの連結部材の両連結部の間に設けた支点を介して2個の連結部材を間隔を存して揺動自在に保持し、前記4個の指機構からそれぞれ延設されたワイヤ部材の引っ張り方向に移動可能で且つ前記2個の連結部材の間に設けた支点の回りに揺動可能な保持部材とを具備し、前記4個の指機構の曲げ動作又は伸びし動作を行うとき、前記保持部材を移動させることにより、該4個の指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張ることを特徴とする。

【0012】本発明の第2の態様は、少なくとも4個の指機構を屈伸させるのに適した構成である。以下、指機構が4個であるとして説明する。本発明の第2の態様における前記駆動手段は、前記保持部材を移動させることで、2個の連結部材を介して4個の指機構から延設されたワイヤ部材を前記付勢手段の付勢力に抗して引っ張ることができる。それにより、4個の指機構の屈伸動作を同時に行うことができ、4個の指機構の各別にアクチュエータを備えずとも、単一のアクチュエータを用いてその屈伸動作を行うことができる。

【0013】ここで、4個の指機構は、2個ずつの2対に分類されて、各ワイヤ部材が2個の連結部材によって連結されている。即ち、2個の指機構から延出された一対のワイヤ部材が1個の前記連結部材によって連結され、残りの2個の指機構から延出された一対のワイヤ部材が他の1個の前記連結部材によって連結されている。そして、4個の指機構のいずれか一つが物体等に当接し

て動かなくなり、そのワイヤ部材が引っ張り不能となっても、その動かなくなった指機構と対になる指機構から延設されたワイヤ部材は、連結部材の天秤状の揺動により引っ張られ、動かなくなった指機構と対になる指機構の屈伸動作を支障なく行うことができる。しかも、動かなくなった指機構が属する対とは別の対の2個の指機構に対応する連結部材は前記保持部材と共に移動されるので、動かなくなった指機構以外の3個の指機構の屈伸動作を行うことができる。このことは、4個の指機構の2対の一方に属する一つの指機構と、他方の対に属する一つの指機構とが同時に動かなくなった場合でも同様である。この場合にも、両連結部材が揺動しつつ保持部材と共に移動することができ、それにより、動かなくなった2個の指機構以外の2個の指機構の屈伸動作を行うことができる。

【0014】また、前記4個の指機構の2対の一方に属する2個の指機構が共に動かなくなった場合には、その対に属する指機構に対応する連結部材は保持部材と共に移動することはできなくなるが、該保持部材がその支点の回りに揺動することで、他方の対の指機構に対応する連結部材を該保持部材と共に移動させることができる。これにより、該他方の対の指機構の屈伸動作を行うことができる。同様に、前記4個の指機構のうちの3個の指機構が動かなくなった場合であっても、可動である一つの指機構に対応する連結部材が揺動し且つ前記保持部材が揺動しつつ移動できるので、可動である一つの指機構の屈伸動作を行うことができる。

【0015】このように、本発明の第2の態様によれば、4個の指機構のうちのいずれの指機構が物体に当接する等して動かなくなっても、残りの指機構は屈伸動作を行うことができる。そして、4個の指機構の屈伸動作は、単一のアクチュエータを用いてプーリ保持部材を移動させることで行うことができる。

【0016】従って、本発明の第2態様によれば、前記第1実施形態の場合と同様、指機構の屈伸動作の駆動源としてのアクチュエータの個数を少ないものとしつつ、物体の把持作業等の際の指機構の円滑な屈伸動作を行うことができる。なお、該第2の態様は、前記各対の2個の指機構に関しては、前記第1の態様の場合と基本的動作が同様である。

【0017】また、前述した本発明の第1の態様の多指ハンド装置において、前記指機構は少なくとも3個以上備えられ、前記駆動手段は、前記2個の指機構以外の他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材が巻き掛けられて前記保持部材に回転自在に保持されたプーリ部材を具備し、前記2個の指機構と前記他の1個の指機構との曲げ動作又は伸び動作を行うとき、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材を、前記プーリ部材が前記保持部材と共に前記2個の指機構から延設されたワイヤ部材の引っ張り方向に移動する方向に引っ張ることを特

徴とする。

【0018】これによれば、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張ることで、当該他の1個の指機構の屈伸動作が行われる。しかも、当該他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張ることによって、前記プーリ部材を介して前記保持部材が移動し、これに伴って前記連結部材を介して前記2個の指機構から延設されたワイヤ部材が引っ張られる。これにより、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張るだけで、当該他の1個の指機構だけでなく前記2個の指機構の屈伸動作をも同時に行うことができる。

【0019】そして、このとき、例えば前記他の1個の指機構が物体に当接する等して動くことができない状態となった場合にも、プーリ部材は移動可能な保持部材に設けられているので、該プーリ部材が回転しつつ保持部材が移動され、前記2個の指機構のワイヤ部材が引っ張られるので、該2個の指機構については支障なく屈伸動作を行うことができる。

【0020】また、前記2個の指機構については、そのうちのいずれか一方が物体に当接する等して動かなくなっても、前記連結部材が天秤状に揺動して他方の指機構の屈伸動作が阻害されることはなく、更には、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材は保持部材のプーリ部材を介して引っ張られるので該他の1個の指機構の屈伸動作も支障なく行なわれる。

【0021】従って、かかる本発明によれば、前記2個の指機構と前記他の1個の指機構との3個の指機構のうちのいずれの指機構が物体に当接する等して動かなくなっても、残りの指機構は屈伸動作を行うことができる。そして、当該3個の指機構の屈伸動作は、単一のアクチュエータを用いて、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張ることで行うことができる。

【0022】上記の場合と同様にして、前述の本発明の第2の態様において、前記指機構は少なくとも5個以上備えられ、前記駆動手段は、前記4個の指機構以外の他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材が巻き掛けられて前記2個の連結部材の間で前記保持部材に回転自在に保持されたプーリ部材を具備し、前記4個の指機構と前記他の1個の指機構との曲げ動作又は伸び動作を行うとき、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材を、前記プーリ部材が前記保持部材と共に前記4個の指機構から延設されたワイヤ部材の引っ張り方向に移動する方向に引っ張ることを特徴とする。

【0023】これによれば、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張るだけで、当該他の1個の指機構の屈伸動作と同時に前記4個の指機構の屈伸動作を行なうことができる。即ち、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張ると、前記プーリ部材を介して前記保持部材が移動され、該保持部材に保持された2個の連結部材を介して、前記4個の指機構から

延設されたワイヤ部材が引っ張られる。そして、このとき、例えば前記他の1個の指機構が物体に当接する等して動くことができない状態となった場合であっても、プーリ部材は移動可能な保持部材に設けられているので、該プーリ部材が回転しつつ保持部材が移動され、2個の連結部材に連結されている前記4個の指機構のワイヤ部材が引っ張られるので、該4個の指機構については支障なく屈伸動作を行うことができる。また、前記4個の指機構については、そのうちのいずれかが物体に当接する等して動かなくなっても、その動かなくなった指機構以外の残りの指機構に対応する前記連結部材が天秤状に揺動して保持部材と共に移動することができるため、当該残りの指機構の屈伸動作を行うことができる。

【0024】従って、かかる本発明によれば、前記4個の指機構と前記他の1個の指機構との5個の指機構のうちのいずれの指機構が物体に当接する等して動かなくなっても、残りの指機構は屈伸動作を行うことができる。そして、当該5個の指機構の屈伸動作は、単一のアクチュエータを用いて、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張ることで行うことができる。

【0025】また、本発明の前記第2の態様においては、前記保持部材の2個の連結部材の間に設けられた支点を何れか一方の連結部材寄りに位置させることにより、各付勢手段の付勢力を一定に設定しておいても、4個の指機構の2対の一方に属する2個の指機構と他方に属する2個の指機構との屈伸動作順位を容易に設定することができる。即ち、例えば各指機構の付勢手段が同じ付勢力を有しており、保持部材が支点を介して移動されるときには、まず、該保持部材が揺動して該支点から近い距離にある一方の連結部材が、該支点から遠い距離にある他方の連結部材よりも早い時期に移動を開始する。このとき、各付勢手段が各指機構を伸ばし側に付勢している場合には、早い時期に移動された一方の連結部材に連結されたワイヤ部材が、他方の連結部材に連結されたワイヤ部材よりも先に引っ張られるので、一方に属する2個の指機構を他方に属する2個の指機構よりも先に曲げ動作を開始させることができる。また、各付勢手段が各指機構を曲げ側に付勢している場合には、早い時期に移動された一方の連結部材に連結されたワイヤ部材が、他方の連結部材に連結されたワイヤ部材よりも先に緩められるので、一方に属する2個の指機構を他方に属する2個の指機構よりも遅れて伸ばし動作を開始させることができる。このように、前記保持部材の支点位置により指機構の屈伸動作順位が設定できるので、各指機構毎に付勢力の異なる付勢手段を取り付けることなく、同じ付勢力の付勢手段を用いてコスト増加を防止することができる。

【0026】更に、本発明の第1及び第2の態様においては、前記連結部材の両連結部の間に設けられた支点を何れか一方の連結部寄りに位置させることにより、2個

の指機構について屈伸動作順位を容易に設定することができる。これは基本的には前述した保持部材の支点位置の場合と同様であり、保持部材が移動されるときに、該連結部材がその支点回りに揺動して該支点から近い距離にある一方の連結部に連結されたワイヤ部材が、該支点から遠い距離にある他方の連結部に連結されたワイヤ部材よりも早い時期に引っ張られる。

【0027】そして、例えば、本発明の多指ハンド装置において人の手を模倣して4個の指機構を人指し指乃至小指に対応させるとき、連結部材の支点位置と保持部材の支点位置との組み合わせで、小指から順に少しの遅れをもって順次人差し指まで曲がり動作を連続させることができ、人の手を模倣した自然な握る動作を容易に得ることができる。

【0028】また、本発明において、前記連結部材は、前記保持部材に揺動自在に連設されたリンク部材を介して該保持部材に保持されていることが好ましい。これにより、前記保持部材を手首部における腕体寄りに設けても、該リンク部材によって前記連結部材を各指機構に接近させることができ、各ワイヤ部材の長さを節約して、コスト低減を図ることができる。しかも、保持部材がその支点回りに揺動したときの円弧起動を揺動自在のリンク部材が吸収して略直線的な動作として連結部材に伝達することができ、安定した指機構の屈伸動作を行なうことができる。

【0029】また、本発明において、各指機構から延設するワイヤ部材は、例えば各指機構の先端部から延設しておくようにしてもよいが、より好ましい構成として、前記複数の指機構のうちの少なくとも一つの指機構は、最も手首部寄りの指関節に連なる節間部材の該指関節回りの回転動作に連動させて他の指関節回りの回転動作を行わしめるべく該指機構の複数の節間部材に連結されたリンク機構を具備しており、該指機構から延設されている前記ワイヤ部材は、最も手首部寄りの節間部材から延設されていることが挙げられる。

【0030】これによれば、前記リンク機構を具備する各指機構については、その最も手首部よりの節間部材から延設されたワイヤ部材を引っ張って、該手首部寄りの節間部材を最も手首部寄りの指関節の回りに回転させることで、これに連動して他の関節の屈伸が行われ、該指機構の屈伸動作が行われる。このため、該ワイヤ部材は、手首部からこれに最も近い節間部材まで延在していればよく、その長さが短くて済む。これにより、該ワイヤ部材の長さを節約して、コスト低減を図ることができる。

【0031】また、前記複数の指機構のうちの、2個以上の指機構のそれぞれの2個以上の節間部材は、同一構成であることが好ましい。

【0032】これによれば、当該2個以上の指機構については、前記節間部材を共用することができるため、多

指ハンド装置の必要部品の種類を少なくすることができ、その部品管理やメンテナンス等も容易となる。

【0033】また、本発明では、前記手首部が、前記腕体の略長手方向に延在する軸心回りに回転可能に設けられている場合にあっては、前記駆動手段は、前記手首部から前記腕体の内部に延設された少なくとも一つの駆動ワイヤ部材と、各駆動ワイヤ部材を該腕体の内部側に引っ張る駆動力を該ワイヤ部材に付与するアクチュエータとを具備して、各指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張る力を前記アクチュエータから該駆動ワイヤ部材を介して手首部側に伝達する手段であり、前記駆動ワイヤ部材は、前記手首部の回転軸心に沿って前記腕体内に配置されていることが好ましい。

【0034】これによれば、前記駆動ワイヤ部材が、前記手首部の回転軸心に沿って腕体内に配置されているため、該手首部を腕体に対して回転させても、駆動ワイヤ部材が引っ張られることがない。従って、手首部から延設された指機構の屈伸状態を維持したまま、手首部を腕体に対して回転させることができる。また、アクチュエータを腕体内に配置することで、手首部の構成の小型化を図ることができる。

【0035】なお、多指ハンド装置が例えば5個の指機構を備えた場合において、前記第2の態様の発明のように、一対の連結部材とプーリ部材とを備えた場合にあっては、前記駆動ワイヤ部材は、前記他の1個の指機構から延設されたワイヤ部材と一体であるか、もしくは、該ワイヤ部材に結合した1本のワイヤ部材だけで済む。

【0036】そしてこのように、手首部が腕体に対して回転する本発明の多指ハンド装置では、前記腕体と前記手首部との間は電氣的に絶縁されていると共に、前記駆動ワイヤ部材は絶縁材により形成されていることが好ましい。

【0037】これによれば、手首部及び指機構を水中に浸漬させても、腕体内等の電装系から手首部側に漏電等が生じることがない。このため、水中の物体を把持する等の作業を多指ハンド装置により支障なく行うことができる。

【0038】なお、以上説明した本発明において、多指ハンド装置により物体を把持する場合の力は、前記付勢手段により指機構を伸ばし側に付勢した場合には、各指機構から延設されたワイヤ部材を引っ張る力を制御することで調整することができ、また、各指機構を付勢手段により曲げ側に付勢した場合には、その付勢手段の付勢力を調整しておくことによって、物体を把持する場合の力を調整することができる。

【0039】また、以上説明した本発明においては、「ワイヤ部材」は、通常的な意味でのワイヤの他、チェーンやベルト等の部材も含むものであり、「プーリ部材」は、通常的な意味でのプーリの他、ギヤやスプロケット等も含むものである。

【0040】

【発明の実施の形態】本発明の多指ハンド装置の一実施形態を図1～図6を参照して説明する。図1は本実施形態における多指ハンド装置の斜視図、図2は該多指ハンド装置の要部構成を示す平面図、図3は図2のIII-III線断面図、図4は該多指ハンド装置1を取り付けた腕体の内部構造を示す断面図、図5は図4のIV-IV線断面図、図6(a)及び(b)は該多指ハンド装置の要部の作動説明図である。なお、本実施形態は、本発明の第1の態様及び第2の態様の両態様に対応する実施形態である。

【0041】図1に示すように、本実施形態の多指ハンド装置1は、人の手を模倣して形成されたものであり、5本の指に対応する5個の指機構2a～2eと、手のひらに対応する手筈部3とを備えている。指機構2a～2eは、それぞれ、人の手における親指、人差し指、中指、薬指、小指に対応するものである。手筈部3は、図4に一部を示す腕体5に手首基部4を介して回転自在に連結されている。腕体5は、図示しない人型ロボット等のロボット本体に設けられている。

【0042】ここで、図1に示すように、指機構2a～2eはそれぞれが指カバー部材1aにより屈伸可能に覆われている。前記手筈部3は、手甲形成部材1bによって手甲側が覆われ、図示しない手平形成部材によって手のひら側が覆われている。なお、図1を含む本実施形態の図面では、手筈部3の内部構造を図示するために、手平形成部材の図示を省略している。図1では、手筈部3の下部が手甲形成部材1bとなっており、この手甲形成部材1bの上側に手平形成部材が組み付けられる。

【0043】前記指機構2a～2eのうち、親指に相当する指機構2a以外の4個の指機構2b～2eは、いずれもその基本構造は同一である。まず、これらの4個の指機構2b～2eに係わる構造を以下に説明する。これらの4個の指機構2b～2eは、図2に示すように、それぞれ、手筈部3の手甲形成部材1bの端部（腕体5側と反対側の端部）に固設された固定部材6から、第1～第3の3個の節間部材7、8、9を、第1～第3の3個の関節10～12を順に介して接続した構造となっている。なお、指機構2b～2eの基本構造は上記のように同一であることから、本実施形態の各図面では、指機構2b～2eのうちのいくつかの指機構についてのみ、代表的にその構成要素（節間部材、関節等）の参照符号を記載し、他の指機構については参照符号を省略する。

【0044】各指機構2b～2eの各関節10～12は、それが連結する部材間の1軸回りの相対的回転動作を行わせる関節であり、それぞれ関節軸10a～12aを有している。これらの関節軸10a～12aは、手筈部3の概ね幅方向（指機構2b～2eが概ね並列する方向）で互いに平行に延在している。そして、第1関節10は、第1節間部材7が固定部材6に対して関節軸10

aの軸心回りに回転可能のように両部材6、7を関節軸10aを介して連結し、第2関節11は、第2節間部材8が第1節間部材7に対して関節軸11aの軸心回りに回転可能のように両部材7、8を関節軸11aを介して連結し、第3関節12は、第3節間部材9が第2節間部材8に対して関節軸12aの軸心回りに回転可能のように両部材8、9を関節軸12aを介して連結している。このような各関節10～12における各節間部材7～9の相対的な回転動作によって、各指機構2b～2eの屈伸動作が可能となる。

【0045】また、各指機構2b～2eには、最も手筈部3寄りの節間部材である第1節間部材7を固定部材6に対して回転させたときに、それに連動させて、第2節間部材8及び第3節間部材9を回転させるリンク機構13が設けられている。

【0046】このリンク機構13の構造は、指機構2b～2eのいずれについても同一であり、その構造を例えば指機構2cについて図3を参照して説明する。該リンク機構13は、固定部材6及び第2節間部材8を連結するリンクアーム14と、第1節間部材7及び第3節間部材9を連結するリンクアーム15とを具備している。リンクアーム14は、その一端部が、第1関節10の関節軸10aよりも指機構2cの背側の面部（図3の下面部）寄りの位置で固定部材6に支軸14aを介して回転可能に軸支されると共に、他端部が、第2関節11の関節軸11aよりも指機構2cの腹側の面部（図3の上面部）寄りの位置で第2節間部材8に支軸14bを介して回転可能に軸支されている。

【0047】また、リンクアーム15は、その一端部が、第2関節11の関節軸11aよりも指機構2cの背側の面部寄りの位置で第1節間部材7に支軸15aを介して回転可能に軸支されると共に、他端部が、第3関節12の関節軸12aよりも指機構2cの腹側の面部寄りの位置で第3節間部材9に支軸15bを介して回転可能に軸支されている。

【0048】このような構成のリンク機構13を備えた指機構2cにあつては、該指機構2cを図3の実線示のように伸ばした状態から、第1節間部材7を固定部材6に対して時計回り方向（第1節間部材7の腹側面部が手筈部3の手平側の面部に接近する方向）に回転させると、これに連動して、同図に仮想線で示すように、第2節間部材8が、第1節間部材7に対して時計回り方向に回転すると共に、第3節間部材9が、第2節間部材8に対して時計回り方向に回転する。これにより、指機構2cは、各関節10～12で屈曲する。また、上記と逆に、同図仮想線示のように指機構2cを曲げた状態から、第1節間部材7を固定部材6に対して反時計回り方向に回転させて同図実線示の位置に戻せば、それに連動して、第2節間部材8及び第3節間部材9がそれぞれ第1節間部材7、第2節間部材8に対して反時計回り方向

に回転して、指機構2cが伸びることとなる。このように、指機構2cの屈伸は、第1節間部材7を固定部材6に対して回転させることで行われる。このようなリンク機構13の構造、及びそれに伴う指機構の屈伸動作は、指機構2b、2d、2eについても全く同様である。

【0049】なお、本実施形態では、指機構2b～2eの、第2関節11から指先側の部分（第2節間部材8、第3節間部材9、第3関節12及びリンクアーム15から構成される部分）は、その基本構造が互いに同一であるだけでなく、その各部品の形状、サイズも全く同一とされている。

【0050】図1及び図2を参照して、上述のような構造の各指機構2b～2eをその伸ばし側に付勢する付勢手段としてのスプリング16が各指機構2b～2e毎に手根部3内に配設されている。なお、図1においては、指機構2bのスプリング16の一部と、指機構2eのスプリング16とが図示され、図2においては、指機構2c～2eのスプリング16の一部が図示されている。

【0051】各スプリング16は、その一端部が手甲形成部材1bに設けられた図示しないスプリング係止部に掛止部材17（図1において一部を示す）を介してそれぞれ掛け止められ、図2に示すように、他端部が付勢用ワイヤ部材18を介して、対応する各指機構2b～2eの第1節間部材7に係止されている。この場合、各指機構2b～2eの第1関節10の側面寄りの箇所には、その関節軸10aの回りに回転自在なガイドプーリ19が該関節軸10と同心に設けられており、前記付勢用ワイヤ部材18は、このガイドプーリ19の下側（各指機構2b～2eの背側）の外周を経て第1節間部材7の側面部に固定されている。なお、付勢用ワイヤ部材18の第1節間部材7に対する固定部は、上下方向でガイドプーリ19の下端よりも上側の高さに位置している。

【0052】この構成により、各指機構2b～2eは、それに対応するスプリング16の付勢力によって、該指機構2b～2eが伸びた状態に付勢されている。

【0053】なお、以下の説明では、説明の便宜上、伸ばした状態の指機構2b～2eの延在方向を大略的に多指ハンド装置1の前後方向とし、指機構2b～2eの先端側を多指ハンド装置1の前側とする。

【0054】図2を参照して、親指に相当する指機構2aは、指機構2bの固定部材6の後方で手根部3の手甲形成部材1bに固設された固定部材20から、第1及び第2の2個の節間部材21、22を、第1及び第2の2個の関節23、24を順に介して接続した構造となっている。なお、図2では、指機構2aの内部構造を図示するために、第1節間部材21及び第2節間部材22はその輪郭のみを示す。

【0055】指機構2aの各関節23、24は、それが連結する部材間の1軸回りの相対的回転運動を行わせる関節であり、それぞれ関節軸23a、24aを有してい

る。第1関節23の関節軸23aは、多指ハンド装置1の前後方向に対して多少傾斜した方向に向けられ、第2関節24の関節軸24aは、第1関節23の関節23aと概ね直行する方向に向けられている。そして、第1関節23は、第1節間部材21が固定部材20に対して関節軸23aの軸心回りに回転可能のように両部材20、21を関節軸23aを介して連結し、第2関節24は、第2節間部材22が第1節間部材21に対して関節軸24aの軸心回りに回転可能のように両部材21、22を関節軸24aを介して連結している。このような各関節23、24における各節間部材21、22の相対的な回転運動によって、指機構2aの屈伸動作が可能となる。

【0056】この場合、図1及び図2に示すように指機構2aを伸ばした状態からの曲げ動作は次のように行われる。即ち、指機構2aを伸ばした状態から、指機構2aを曲げる時には、第1節間部材21が手根部3側に近づくように第1関節23の関節軸23aの軸心回りに第1節間部材21を固定部材20に対して回転させる（図2の矢印y1の向きに第1節間部材21を回転させる）と共に、第2節間部材22の先端部が他の指機構2b～2eに近づくように第2関節24の関節軸24aの軸心回りに第2節間部材22を第1節間部材21に対して回転させる（図2の矢印y2の向きに第2節間部材22を回転させる）。

【0057】この指機構2aをその伸ばし側に付勢する付勢手段として、図2に示すスプリング26と、図示されない他のスプリングが備えられている。図示されない他のスプリングは、その一端部が手根部3の手甲形成部材1bに係止され、他端部が第1関節23の関節軸23aよりも手根部3の周縁寄り側で第1節間部材21に係止されている。これにより、第1節間部材21が該他のスプリングの付勢力によって、指機構2aの伸ばし側（図2の矢印y1と逆向き側）に付勢されている。また、図2に示すスプリング26は、その一端部が第1節間部材21に係止されていると共に、他端部が第2関節24の関節軸24aよりも指機構2aの背側（図2では関節軸24aのほぼ右側）で第2節間部材22に係止されている。これにより、第2節間部材22がスプリング26の付勢力によって、指機構2aの伸ばし側（図2の矢印y2と逆向き側）に付勢されている。

【0058】図1及び図2に示すように、手根部3には、上述のように構成された指機構2a～2eの屈伸動作を行わせるための駆動機構27が内蔵されている。この駆動機構27は、後述するモータ56（アクチュエータ）と併せて本発明における駆動手段28を構成するものである。

【0059】この駆動機構27は、5本のワイヤ29a、29b、30a、30b、31（ワイヤ部材）と、2個の連結部材32、33と、5個のプーリ34～38とを具備している。

【0060】図1に示すように、ワイヤ29aは、その一端部が指機構2eの第1節間部材7の前記ガイドプーリ19側の側面部に固定され、他端部が一方の連結部材32の第1連結部32aに連結されている。図示されていないが、同じように、ワイヤ29bは、その一端部が指機構2dの第1節間部材7の前記ガイドプーリ19側の側面部に固定され、他端部が一方の連結部材32の第2連結部32bに連結されている。同じく、ワイヤ30aは、その一端部が指機構2cの第1節間部材7の前記ガイドプーリ19側の側面部に固定され、他端部が他方の連結部材33の第1連結部33aに連結され、ワイヤ30bは、その一端部が指機構2bの第1節間部材7の前記ガイドプーリ19側の側面部に固定され、他端部が他方の連結部材33の第2連結部33bに連結されている。

【0061】図1、図2及び図6に示すように、前記連結部材32、33は、次のようにして手筈部3内に保持されている。即ち、手筈部3の手甲形成部材1bの手首寄りの箇所には、手筈部3の幅方向に延びて先端が屈曲するブラケット40が固設されており、このブラケット40から、指機構2c、2dの間に向かって補助部材41が延設されている。この補助部材41の中心線上には、前後方向に延在する切溝41aが形成されており、この切溝41aに、上下方向の軸心を有する支軸42が係合されている。該支軸42は、切溝41aに沿って前後方向に移動自在とされている。更に、該支軸42に、手筈部3の幅方向に延在する保持部材43が装着されている。該保持部材43は、支軸42の回りに揺動可能とされていると共に、支軸42と共に、切溝41aに沿って前後方向に移動可能とされている。そして、この保持部材43の両端部からはリンク部材43a、43bが連結され、各リンク部材43a、43bの先端には、連結部材32、33が支軸44、45を介して揺動自在に連結されている。

【0062】また、連結部材32は支軸44から第1連結部32aまでの距離が支軸44から第2連結部32bまでの距離より小とされており、支軸44を支点とすると該支点は第1連結部32a寄りとされている。連結部材33は支軸45から第1連結部33aまでの距離が支軸45から第2連結部33bまでの距離より小とされており、支軸45を支点とすると該支点は第1連結部33a寄りとされている。更に、保持部材43はその支軸42から指機構2d、2e側の連結部材32の支軸44までの距離が支軸42から指機構2b、2c側の連結部材33の支軸45までの距離より小とされている。

【0063】この構成により連結部材32、33は、保持部材43と共に前後方向に移動可能で、且つ、これらの連結部材32、33の間の支軸42の回りに揺動可能とされる。

【0064】前記ワイヤ31は、その一端部が図2に示

すように、指機構2aの内部で、該指機構2aの第2節間部材22の先端部に固定され、該先端部から、第2関節24の関節軸24aの、指機構2aの腹側の外周（図2の関節軸24aの左側の外周）と、指機構2aの内部で第1関節23の関節軸23aの回りに回転自在に該関節軸23aに装着されたガイドプーリ46aの外周とを經由して、固定部材20から手筈部3内に引き出されている。この場合、第1節間部材21の内部には、ワイヤ31を第2節間部材22の先端部からガイドプーリ46aまで所要の方向に向きを変えつつ案内するための2個のガイドプーリ46b、46cが回転自在に軸支されており、ワイヤ31の前記関節軸24aとガイドプーリ46aの間の部分は、ガイドプーリ46b、46cにも巻き掛けられている。そして、ガイドプーリ46bは、ワイヤ31の固定部材20から引き出された部分を引っ張ったときに、第1節間部材21に指機構2aの曲げ方向の力が第1関節23の関節軸23aの軸心回りに作用するような位置に設けられている。同様に、ガイドプーリ46cは、ワイヤ31の固定部材20から引き出された部分を引っ張ったときに、第2節間部材22に指機構2aの曲げ方向の力が第2関節24の関節軸24aの軸心回りに作用するような位置に設けられている。

【0065】また、指機構2aの固定部材20から引き出されたワイヤ31は、前記プーリ36の後方で且つ固定部材20寄りの位置で前記ブラケット40に所要の姿勢で回転自在に軸支された前記プーリ34、35の外周を順に經由した後、前記支軸42と同心に前記保持部材43に回転自在に軸支されたプーリ36の前部側の外周に巻き掛けられている。該プーリ36は、本発明におけるプーリ部材に相当するものである。

【0066】更に、該ワイヤ31は、プーリ36から後方に引き出された後、該プーリ36の後方で前記ブラケット40に所要の姿勢で回転自在に軸支された前記プーリ37、38の外周を經由し、図4に示すように手首基部4の内部を貫通して、腕体5の内部に導入されている。

【0067】なお、プーリ34、35、37、38は、ワイヤ31の向きや配線位置を規制するためのものであり、ワイヤ31との摩擦が比較的小さいものであれば、これらのプーリ34、35、37、38の代わりに単なるロッド状のものをブラケット40に固定して設け、このロッド状のものの外周にワイヤ31を巻き掛けるようにしてもよい。このことは、指機構2aに備えた前記ガイドプーリ46a～46cについても同様であり、更に、前記ワイヤ29a、29b、30a、30bや前記付勢手段に係わるワイヤ18を巻き掛けた指機構2b～2eのガイドプーリ19についても同様である。

【0068】次に、手筈部3側から引き出された前記ワイヤ31が導入される腕体5の要部構成を図4及び図5を参照して説明する。

【0069】図4に示すように、腕体5は、その外周面を形成する腕体ハウジング50内の先端部に、アクチュエータ等を取り付ける機枠51が設けられている。そして、この機枠51には、前記手首部3の手首基部4を連結する連結軸52がその軸心を腕体5の長手方向に向けて一対のベアリング53、54を介して回転自在に支承されていると共に、この連結軸52の後方側で、手首部3を腕体5に対して回転させるための駆動モータ55（以下、手首回転用モータ55という）と、前記ワイヤ31を引っ張るための駆動モータ56（以下、手指駆動用モータ56という）とが取り付けられている。

【0070】前記連結軸52は、その前端部が腕体ハウジング50内から突出され、その突出部分に手首部3の手首基部4がネジ57を介して連結軸52と同心に連結されている。これにより、手首部3は、連結軸52と一体にその軸心回りに回転可能とされている。また、該連結軸52の軸心部には、貫通穴52aが穿設されており、前記手首部3側から引き出されたワイヤ31は、この貫通穴52aを通して、該連結軸52の後方に導出されている。

【0071】また、連結軸52の後方には、連結軸52の軸心と直行する方向に延在する巻取り軸58が設けられ、この巻取り軸58は、その両端部が前記機枠51に回転自在に支承されている。そして、この巻取り軸58に連結軸52の貫通穴52aから導出されたワイヤ31が係止され、該巻取り軸58を所定方向に回転させることで、該ワイヤ31が巻取り軸58に巻き取られて引っ張られるようになっている。

【0072】前記手指駆動用モータ56は、巻取り軸58と平行に並んで機枠51に取付けられており、該手指駆動用モータ56の回転駆動軸56aに装着された駆動ギヤ59が巻取り軸58に装着された被動プーリ60にベルト部材61を介して接続されている。従って、この手指駆動用モータ56の正転作動や逆転作動によって、巻取り軸58が回転駆動され、該巻取り軸58にワイヤ31が巻き取られたり、その巻取りが解除される。

【0073】なお、ワイヤ31の腕体5内の部分は、本発明における駆動ワイヤに相当するものである。

【0074】また、前記連結軸52の外周部には、該連結軸52と一体に回転自在に被動プーリ62が挿着されている。そして、前記手首回転用モータ55は、連結軸52と平行な姿勢で機枠51に取付けられており、図5に示すように、該手首回転用モータ55の回転駆動軸55aに装着されたギヤ63が、連結軸52の被動プーリ62にベルト部材64を介して接続されている。従って、手首回転用モータ55の正転作動や逆転作動によって、連結軸52が回転駆動され、これに伴い、該連結軸52に連結された手首基部4と共に手首部3が連結軸52の軸心回りに回転することとなる。

【0075】なお、本実施形態では、前記連結軸52や

ワイヤ31は、樹脂材等の絶縁材により構成されている。また、腕体ハウジング50は、それが手首基部4に接触する部分50a（図4参照）を含めて樹脂材により構成されている。従って、腕体5と手首部3とは電氣的に絶縁されている。

【0076】また、図示は省略するが、腕体ハウジング50内には、前記手首回転用モータ55の回転位置（これは、手首部3の腕体5に対する回転位置に相当する）や、手指駆動用モータ56の回転位置（これは、ワイヤ31の巻取り軸58への巻取り量に相当する）を検出するためのエンコーダが備えられている。そして、手首回転用モータ55や手指駆動用モータ56の作動の制御は、該エンコーダの検出データ等に基づいて、図示しないコントローラにより行われる。

【0077】次に、本実施形態の多指ハンド装置1の作動を説明する。まず、多指ハンド装置1の基本的な作動を説明する。前記指機構2a～2eのうち、指機構2b～2eは、通常時は、それぞれに対応するスプリング16の付勢力によって図1及び図2に示すように伸びている。同様に、指機構2aは、通常時は、前記スプリング26及び図示しない他のスプリングの付勢力によって、図1及び図2に示すように伸びている。

【0078】この状態で、腕体5内の手指駆動用モータ56を作動させて、前記巻取り軸58を手首部3から腕体5内に延びるワイヤ31の巻取り方向に回転駆動すると、該ワイヤ31が、図1及び図2の矢印y3で示す方向に引っ張られる。このとき、指機構2aの曲げ側に該指機構2aの第2節間部材22の先端部がワイヤ31を介して引っ張られると共に、プーリ36が後方に引っ張られる。そして、基本的には、このプーリ36と共に保持部材43及び連結部材32、33が図6（a）の状態から図6（b）に示すように後方に移動し、その結果、ワイヤ29a、29bを介して指機構2d、2eの曲げ側に該指機構2d、2eの第1節間部材7、7が引っ張られると共に、ワイヤ30a、30bを介して指機構2b、2cの曲げ側に該指機構2b、2cの第1節間部材7、7が引っ張られる。これにより、指機構2a～2eの全てがこれらの間に図示しない物体を把持するようにして曲げられる。つまり、単一の指駆動用モータ56の駆動力により、ワイヤ31を手首部3側から腕体5側に引っ張って、巻取り軸58に巻き取ることによって、5本の指機構2a～2eの曲げ動作が一括的に行われる。これにより、指機構2a～2eを用いて物体を把持する等の作業を行うことができる。

【0079】一方、本実施形態の多指ハンド装置1では、指機構2a～2eの上述のような曲げ動作の際に、保持部材43及び連結部材32、33が後方に移動すると、図6（b）に示すように、保持部材43の支軸42から指機構2d、2e側の連結部材32の支軸44までの距離が支軸42から指機構2b、2c側の連結部材3

3の支軸45までの距離より小とされていることにより、保持部材43が傾いて指機構2d、2e側の連結部材32、33が僅かに早い時期に移動する。更に、連結部材32、33においては、各支軸44、45から第2連結部32b、33bまでの距離より各支軸44、45から第1連結部32a、33aまでの距離が小とされていることにより、各連結部材32、33が傾いてワイヤ29bよりもワイヤ29aが早い時期に引っ張られ、ワイヤ30bよりもワイヤ30aが早い時期に引っ張られる。これによって、指機構2e、2d、2c、2bの順に僅かに遅れをもって連続して曲げられ、人の手のような握る動作を自然な形で模倣することが可能となる。なお、このような指機構2a～2eの曲げ動作順位は、前記スプリング16の付勢力を、指機構2e、2d、2c、2bの順に弱く設定することでも実現できるが、付勢力の異なる複数種のスプリング16を用いなければならず、取り扱いが煩わしくなるだけでなく取り付けミスが生じるおそれがある。それに対して、本実施形態のように、保持部材43の支軸42に対応する支点位置及び各連結部材32、33の支軸44、45に対応する支点位置によって指機構の屈伸動作順位を機械的に設定することができ、複数種の付勢力のスプリング16を用いるよりも容易に人の手を模した指機構の屈伸動作順位を得ることができる。

【0080】そして、本実施形態の多指ハンド装置1によれば、いずれか一つの指機構が把持しようとする物体に当接してそれ以上曲がることができなくなっても、他の指機構の曲げ動作を行うことができる。即ち、指機構2a～2eの曲げ動作中に例えば、指機構2eが図示しない物体に当接してそれ以上曲がらなくなっても、この指機構2eに連結されたワイヤ29aが連結された連結部材32は、指機構2eの隣の指機構2dが更に曲がることのできる限り、ワイヤ29aを引っ張れなくなった分を支軸44を介した天秤状の傾動により吸収し、指機構2dのワイヤ29bを引っ張りながら後方側に移動することができる。

【0081】また、同じように、指機構2b、2cから延設されたワイヤ30a、30bが連結された連結部材33は、指機構2b、2cの少なくともいずれか一方が更に曲がることのできる限り、支軸45を介して傾動しながら後方側に移動することができる。また、指機構2aは、更に曲がることのできる限り、ワイヤ31を腕体5内の巻取り軸58に巻き取ることで、該ワイヤ31のプーリ34から指機構2aの先端部にかけての部分の長さが短くなって、該指機構2aの曲げ動作が行われる。

【0082】更にまた、指機構2aがそれ以上曲がらなくなった場合には、ワイヤ31の、プーリ34から指機構2aの先端部にかけての部分の長さは変化しなくなるが、ワイヤ31を腕体5内の巻取り軸58に巻き取るこ

とで、プーリ36が保持部材43を介してその両側の連結部材32、33と共に後方側に移動する。このため、指機構2b～2eの曲げ動作を支障なく行うことができる。

【0083】このように、いずれか一つの指機構が曲がらなくなった場合でもワイヤ31を前記巻取り軸58に巻取りつつ、前記連結部材32、33をプーリ保持部材43やプーリ36と共に腕体5側に移動させることができるため、曲がることのできる他の指機構の曲げ動作を支障なく行うことができる。

【0084】更に、指機構2a～2eの曲げ動作に際して、いずれか2本の指機構が把持しようとする物体に当接する等してそれ以上曲がらなくなった場合でも、他の指機構の曲げ動作を行うことができる。例えば、指機構2b～2eのうち、指機構2cと指機構2dとが共に曲がらなくなった場合には、各連結部材32、33が共に支軸44、45を介して傾動して引っ張れなくなったワイヤ29b、30aの分を吸収し、ワイヤ29a、30bを引っ張りながら後方に移動することができる。この間、指機構2aについては、ワイヤ31の巻取り軸58への巻取りにより、該ワイヤ31のプーリ34から指機構2aの先端部にかけての部分の長さが短くなって、該指機構2aの曲げ動作が行われる。このことは、指機構2b、2dの対、指機構2b、2eの対、あるいは、指機構2c、2eの対が曲がらなくなった場合でも同様である。

【0085】また、指機構2aと、指機構2b～2eのいずれか一つとが、曲がらなくなった場合でも、前述の場合と同様にして、連結部材32、33は、プーリ36と共に後方に移動することができるため、他の指機構については、ワイヤ31の巻取り軸58への巻取りにより曲げ動作を行うことができる。

【0086】更に、指機構2b、2cの対、あるいは指機構2d、2eの対がそれ以上曲がらなくなった場合でも、他の指機構の曲げ動作を行うことができる。例えば、指機構2b、2cの対が曲がらなくなった場合には、ワイヤ30a、30bが共に引っ張れなくなるので、ワイヤ30a、30bに連結された連結部材33は後方に移動できない。一方、両連結部材32、33をリンク部材43a、43bを介して保持する保持部材43は、連結部材33が移動できない分を支軸42を介しての天秤状の傾動により吸収することで後方側（腕体5側）に移動できる。これによって、引っ張ることができるワイヤ29a、29bに連結された連結部材32は傾動した保持部材43により後方側へ移動する。このように、指機構2b、2cの対が曲がらなくなっても、ワイヤ31を腕体5内の巻取り軸58に巻取りつつ、他の指機構2a、2d、2eの曲げ動作を行うことができる。このことは、指機構2d、2eの対が曲がらなくなった場合でも同様である。

【0087】同様に、指機構2a～2eのいずれか3個の指機構がそれ以上曲がらなくなった場合にも、残りの2個の指機構の曲げ動作を行うことができ、更に、指機構2a～2eのいずれか4個の指機構がそれ以上曲がらなくなった場合にも、残りの1個の指機構の曲げ動作を行うことができる。この場合、指機構2aと、指機構2b～2eのいずれか3個の指機構が曲がらなくなった場合には、基本的には、保持部材43が揺動することで、残りの1個の指機構の曲げ動作を行うことができる。また、指機構2a以外の4個の指機構2b～2eが曲がらなくなった場合には、保持部材43及びこれに軸支された連結部材32、33、プーリ36は、後方に移動できなくなるが、ワイヤ31の巻取り軸58への巻取りにより、該ワイヤ31のプーリ34から指機構2aの先端部にかけての部分の長さが短くなって、該指機構2aの曲げ動作が行われる。

【0088】以上のように、本実施形態の多指ハンド装置1では、単一の指駆動用モータ56の駆動力により、ワイヤ31を巻取り軸58に巻き取ることで、多指ハンド装置1の全ての指機構2a～2eの曲げ動作を一括的に行うことができる。従って、各指機構2a～2e毎にその作動用のアクチュエータを備えたりすることなく、少ないアクチュエータで、5個の指機構2a～2eにより図示しない物体を把持する等の作業を行うことができる。そして、この場合、指機構2a～2eのいずれかが物体に当接する等してそれ以上曲がらなくなっても、他の指機構の曲げ動作を行うことができるため、指機構2a～2eによる物体の把持を確実に支障なく行うことができる。

【0089】なお、上記の説明では、指機構2a～2eの伸ばし状態からの曲げ動作に関して説明したが、指機構2a～2eを曲げ状態から伸ばす場合についても同様の効果を奏することができる。即ち、指機構2a～2eを曲げた状態から、例えば指駆動用モータ56によるワイヤ31の引っ張り力（巻取り軸58への巻取り力）を解除すれば、基本的には、指機構2b～2eは、それぞれに対応する前記スプリング16の付勢力によって伸び、また、指機構2aは、スプリング26及び図示しない他のスプリングの付勢力によって伸びる。そして、このとき、指機構2a～2eのいずれかが障害物に当接する等してそれ以上伸びなくなっても、他の指機構2a～2eは、連結部材32、33及びプーリ36の前後方向での移動やこれらを保持する保持部材43の揺動によって、支障なく伸びることができる。

【0090】また、本実施形態の多指ハンド装置1では、腕体5内の前記手管回転用モータ55を作動させることによって、前記連結軸52と共に手管部3が該連結軸52の軸心回りに回転する。このとき、手管部3側から腕体5内に延びるワイヤ31は、手管部3の回転軸心である連結軸52の軸心に沿って延在しているため、該

ワイヤ31が引っ張られたりすることなく、手管部3が回転する。このため、指機構2a～2eの屈伸状態に影響を及ぼすことなく、支障なく手管部3を腕体5に対して回転させることができる。

【0091】更に、本実施形態の多指ハンド装置1では、指機構2aを除く、指機構2b～2eの第2関節11より先端側の部分（第2節間部材8、第3節間部材9、第3関節12及びリンクアーム15から構成される部分）は、その各部品の形状、サイズが全く同一であるので、相互に予備部品を共用することができると共に、多指ハンド装置1に必要な部品の種類数が少ないものとなって、その部品管理等が容易になる。

【0092】また、本実施形態の多指ハンド装置1では、指機構2b～2eについては、それぞれ前記リンク機構13によって、最も手管部3寄りの第1節間部材7を固定部材6に対して第1関節10の関節軸10aの軸心回りに回転させることで、これに連動して第2節間部材8及び第3節間部材9がそれぞれ第1節間部材7、第2節間部材8に対して回転して各指機構2b～2eの屈伸が行われるようになっている。このため、前記ワイヤ29a、29bは、連結部材32から指機構2d、2eに対する固定点までの長さが短くて済み、同様に、ワイヤ30a、30bは、連結部材33から指機構2b、2cに対する固定点までの長さが短くて済み。従って、これらのワイヤ29a、29b、30a、30bの全体の必要長が短くなって、コスト的に有利なものとなる。

【0093】また、本実施形態の多指ハンド装置1では、前述したように、手管部3は、腕体5に対して電気的に絶縁されているため、手管部3を水の中に入れても、腕体5内のモータ55、56等の電装品に流れる電流が手管部3側に漏電したりすることがない。この結果、多指ハンド装置1により、水中の物体を把持する等の作業も支障なく行うことができる。

【0094】なお、本発明は、前述の実施形態に限定されるものではなく、例えば次のような変形態様も可能である。前記実施形態では、指機構2a～2eを伸び側に付勢するようにしたが、曲げ側に付勢しておくようにしてもよい。この場合の実施形態は、例えば前述の実施形態の多指ハンド装置1に対して次のような変更を施すことで、構成することが可能である。即ち、前記リンク機構13を具備した各指機構2b～2eについては、スプリング16を第1節間部材7に接続する代わりに、例えば、その第1関節10に設けたゼンマイバネ等により、各指機構2b～2eの曲げ側に付勢しておく。そして、各指機構2b～2eの第1節間部材7から延設したワイヤ29a、29b、30a、30bをそれぞれ、対応する各指機構2b～2eのガイドプーリ19の、下側の外周（各指機構2b～2eの背側の面部寄りの外周）を経由させて手管部3側に延ばす。また、指機構2aについては、スプリング26及び図示しない他のスプリングに

より該指機構2aを伸ばし側に付勢する代わりに、例えば、その第1及び第2関節23、24にそれぞれ設けたゼンマイバネ等により、該指機構2aを曲げ側に付勢しておく。そして、指機構2aの先端部から延設したワイヤ31を引っ張ったときに、指機構2aが伸びるように、該ワイヤ31の指機構2a内における配線経路を調整しておく（例えば、該ワイヤ31を指機構2aの背側の面部に沿わせるように配線しておく）。

【0095】上記以外の構造は、前述の実施形態の多指ハンド装置1と同一でよい。このように多指ハンド装置を構成したとき、ワイヤ31を腕体5内に引っ張ることにより、指機構2a～2eの伸ばし動作が一括的に行われる。そして、このとき、指機構2a～2eのいずれかが物体に当接する等して伸びなくなっても、前述の実施形態の場合と同様の作動によって、残りの指機構の伸ばし動作を行うことができる。

【0096】また、前記実施形態では、指機構2aに連結したワイヤ31を腕体3内に導入して指駆動用モータ56により引っ張ることで、指機構2a～2eの曲げ動作を行うようにしたが、該ワイヤ31の前記プーリ38から導出した端部を手筈部3に固定しておき、該ワイヤ31の中間部を引っ張ることで指機構2a～2eの曲げ動作を行うようにすることも可能である。この場合には、例えば前述の実施形態におけるプーリ37を前後方向に移動可能なプーリ保持部材に回転自在に保持しておき、この保持部材43からワイヤ部材を腕体5内に引き出しておく。そして、このワイヤ部材を腕体5内に設けたアクチュエータにより引っ張るようにすれば、指機構2a～2eの曲げ動作を行うことができる。

【0097】また、前記実施形態では、指機構2b～2eについては、リンク機構13を備えて、各指機構2b～2eの第1節間部材7から延設したワイヤ29a、29b、30a、30bを引っ張って該第1節間部材7を第1関節10の関節軸10aの軸心回りに回転させることで、それに連動して第2節間部材8、9が回転して各指機構2b～2eの屈伸動作が行われるようにしたが、例えば、各指機構2b～2eの第2節間部材8から延設したワイヤ部材を引っ張って第2節間部材8を回転させることで、各指機構2b～2eの屈伸動作を行うようにすることも可能である。この場合には、例えば前記実施形態におけるワイヤ29a、29bの一端部をそれぞれ

指機構2d、2eの第2節間部材8にその腹寄りの箇所固定すると共に、ワイヤ30a、30b一端部をそれぞれ指機構2b、2cの第2節間部材8にその腹寄りの箇所固定しておく。そして、連結部材32、33を後方側（腕体5側）に移動させてワイヤ29a、29b、30a、30bを引っ張ることで、各指機構2b～2eの第2節間部材8及び第1節間部材7がそれぞれ第2関節11、第3関節12の関節軸の回りに回転するようにしておく。更に、前記実施形態におけるリンクアーム15により各指機構2b～2eの第1節間部材7と第3節間部材9とを連結しておき、第2節間部材8の回転に連動して第3節間部材9が第3関節12の関節軸12aの軸心回りに回転するようにしておけばよい。

【0098】また、前記実施形態では、5個の指機構2a～2eを備えて人の手を模した多指ハンド装置1について説明したが、例えば、3個や4個の指機構を備えた多指ハンド装置についても本発明を適用することができることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態における多指ハンド装置の斜視図。

【図2】図1の多指ハンド装置の要部構成を示す平面図。

【図3】図2のIII-III線断面図。

【図4】図1の多指ハンド装置を取り付けた腕体の内部構造を示す断面図。

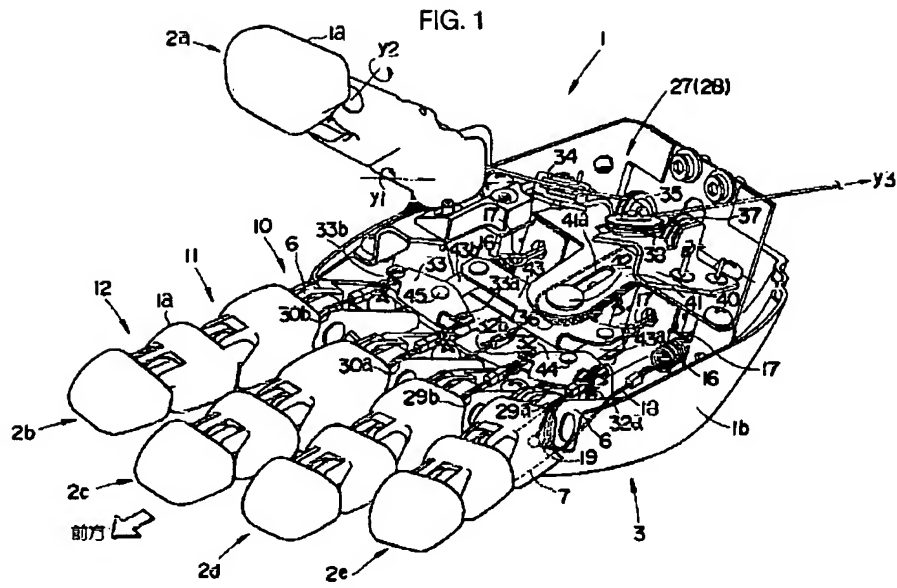
【図5】図4のIV-IV線断面図。

【図6】図1の多指ハンド装置の要部の作動説明図。

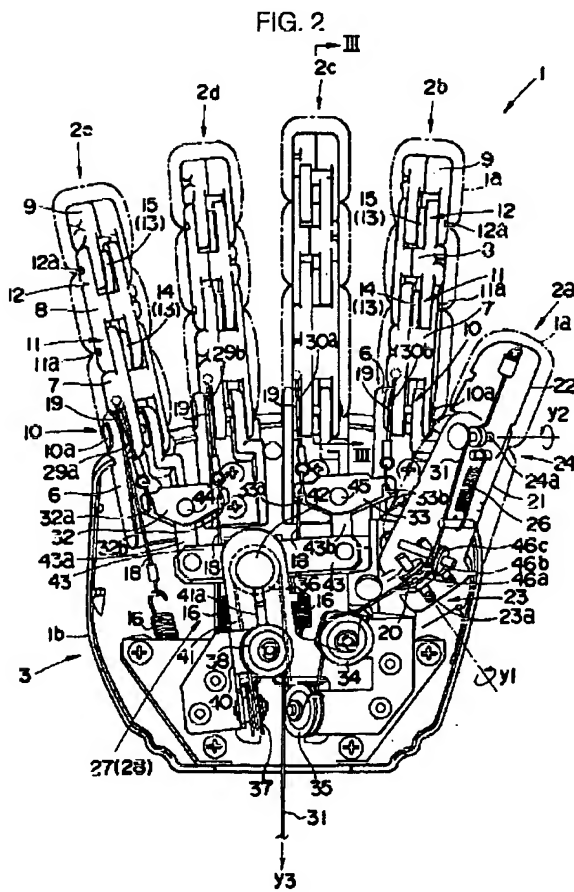
【符号の説明】

1…多指ハンド装置、2a、2b、2c、2d、2e…指機構、3…手筈部、4…手首基部、5…腕体、7、8、9、21、22…節間部材、10、11、12、23、24…関節、13…リンク機構、16、26…スプリング（付勢手段）、28…駆動手段、29a、29b、30a、30b、31…ワイヤ（ワイヤ部材）、32、33…連結部材、32a、32b、33a、33b…連結部、36…プーリ（プーリ部材）、42、44、45…支軸（支点）、43…保持部材、43a、43b…リンク部材、56…指駆動用モータ（アクチュエータ）。

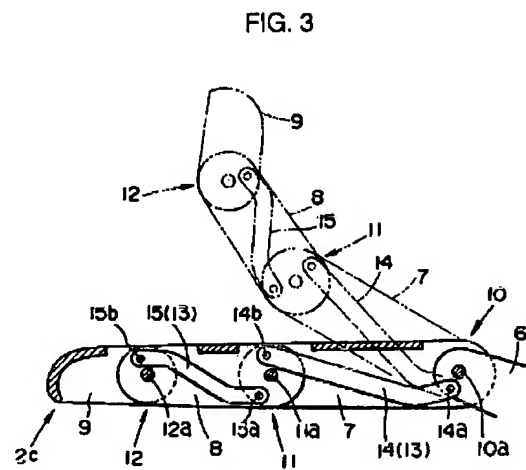
【図1】



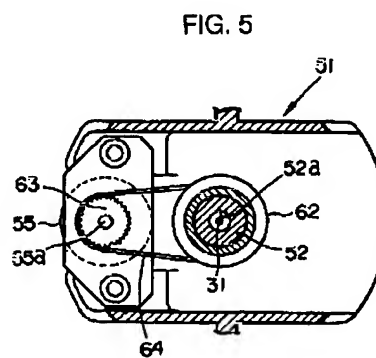
【図2】



【図3】

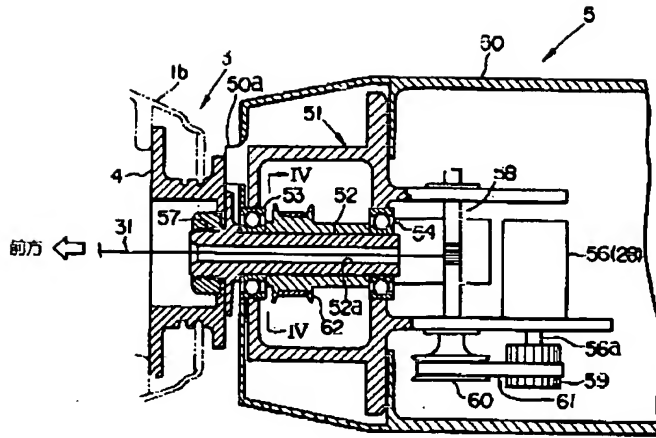


【図5】



【図4】

FIG. 4



【図6】

FIG. 6 (a)

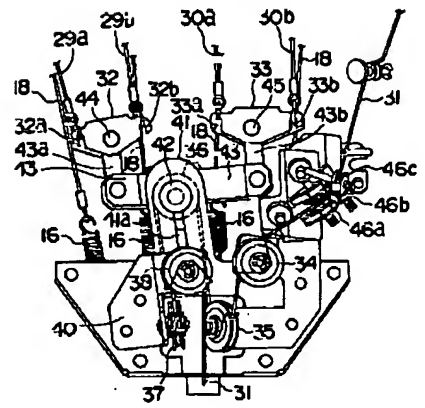
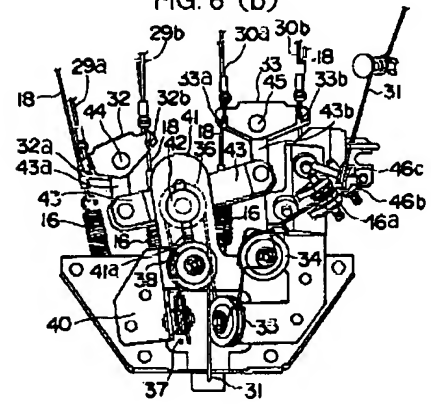


FIG. 6 (b)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.